

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.	(45) 공고일자	2006년07월05일
G06F 3/00 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0595922
G06F 3/041 (2006.01)	(24) 등록일자	2006년06월26일

(21) 출원번호	10-2006-7006418(분할)	(65) 공개번호	10-2006-0059265
(22) 출원일자	2006년03월31일	(43) 공개일자	2006년06월01일
(62) 원출원	특허10-2000-7008121		
	원출원일자 : 2000년07월25일	심사청구일자	2004년01월26일
번역문 제출일자	2006년03월31일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1999/001454	(87) 국제공개번호	WO 1999/38149
국제출원일자	1999년01월25일	국제공개일자	1999년07월29일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 미국, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 가나, 감비아, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장	09/236,513	1999년01월25일	미국(US)
	60/072,509	1998년01월26일	미국(US)

(73) 특허권자

웨스터만 웨인  
미국, 미주리 64097, 웰링톤, 피.오.박스 354, 오크 스트리트 715

일라이어스 존 쥐.  
미국, 델라웨어 19734, 타운센드, 테일러스 브리지 로드 798, 휴거넛과암

(72) 발명자

웨스터만 웨인  
미국, 미주리 64097, 웰링톤, 피.오.박스 354, 오크 스트리트 715

일라이어스 존 쥐.  
미국, 델라웨어 19734, 타운센드, 테일러스 브리지 로드 798, 휴거넛과암

(74) 대리인

이병호

심사관 : 김범용

## (54) 수동 입력 통합 방법 및 장치

### 요약

근접을 감지하는 유연한 멀티터치 표면에 손이 근접하여 그 표면에 닿아 미끄러질 때 동시에 다수의 손가락 및 손바닥 접촉들을 추적하는 장치 및 방법들이 개시되어 있다. 상기 표면은 압축가능한 쿠션, 유전체, 전극, 회로층들로 구성되어 있다. 신호대 잡음비를 최대화하고 배선의 복잡성을 감소시키기 위해서 간단한 근접 변환 회로가 각각의 전극 아래에 놓여진다. 이렇게 배치된 변환 회로는 박막 트랜지스터 기술을 이용하여 실행될 때, 대면적에 대해서 경제적이다. 전극 어레이 상에서의 신호 오프셋 제거 및 스캐닝은 저잡음 근접 화상들을 생성한다. 각각의 근접 화상을 분리 처리함으로써 각각의 구별 가능한 접촉에 대응하는 전극들의 그룹을 구성하고, 각각의 그룹에 대한 모양, 위치, 표면 근접 특성을 추출한다. 또한 동일한 손의 접촉과 일치하는 연속적인 화상들의 그룹은 개별적인 접촉 터치다운 및 리프트오프를 검출하는 영속적인 경로 트래커에 의해 연결된다. 조합의 최적화 모듈은 생물역학적인 제한 및 접촉 특성들에 의거하여 각각의 접촉 경로를 각 손의 특정 손가락끝, 엄지, 또는 손바닥과 관련시킨다. 직관적으로 손의 모양 및 모션을 분류하면, 타이핑, 휴식, 포인팅, 스크롤링, 3D 조작, 필적을 다용도의 인간환경공학의 컴퓨터 입력 장치로 새롭게 결합할 수 있다.

### 대표도

도 1

### 색인어

스위칭 수단, 감지 장치

### 명세서

### 도면의 간단한 설명

도 1은 통합된 수동 입력 장치의 블록 다이어그램.

도 2는 전압 증폭기를 가진 근접 센서의 개략도.

도 3은 통합 전류 증폭기를 가진 근접 센서의 개략도.

도 4는 전계 효과 트랜지스터로 실시된 근접 센서의 개략도.

도 5는 근접 센서의 2D 어레이를 실시하는데 사용될 때의 근접 센서의 개략도.

도 6은 모든 센서가 동일한 증폭기를 공유하는 경우 근접 센서의 2D 어레이에 대한 통상적인 아키텍처를 도시한 블록 다이어그램.

도 7은 근접 센서 출력을 디지털 코드로 변환하는데 사용되는 회로의 블록도.

도 8은 하나의 횡렬(row)내의 센서들이 동일한 증폭기를 공유하는 경우에 근접 센서의 2D 어레이에 대한 통상적인 아키텍처를 도시한 블록 다이어그램.

- 도 9는 그룹(종렬로 배치된) 내의 모든 근접 센서의 출력 게이트를 작동시킬 수 있는데 유용한 회로의 개략도.
- 도 10은 비전도성 터치 물체에 의해 가해진 압력에 민감한 2D 근접 센서 어레이의 측면도.
- 도 11은 공간적 감도의 손실이 없이 적합성(compliant) 표면을 제공하는 2D 근접 센서 어레이의 측면도.
- 도 12는 행동하는 터치 물체의 근접과 행동하지 않는 터치 물체에 의해 발휘된 압력의 근접에 모두 민감한 2D 근접 센서의 측면도.
- 도 13은 손가락을 편 채 표면상으로 붙인 손의 근접 영상의 일예의 도면.
- 도 14는 손가락 끝을 표면에 수직으로 한 채 부분적으로 움켜쥔 손의 근접 영상의 일예의 도면.
- 도 15는 엄지와 집게 손가락을 쥔 펜 그림 형상인 손의 근접 영상의 일예의 도면.
- 도 16은 손 추적 및 접촉 식별 시스템의 데이터 플로우 다이어그램.
- 도 17은 손 위치 평가의 플로우 차트.
- 도 18은 근접 영상 분할의 데이터 플로우 다이어그램.
- 도 19는 전극 그룹의 구성중 경계 서치 패턴의 다이어그램.
- 도 20a는 표면상에서 양 손이 중립 디폴트 위치에 있는 분할 제한 영역의 다이어그램.
- 도 20 b는 손이 표면상에서 대칭 위치에 있을 때 분할 제한 영역의 다이어그램.
- 도 20c는 오른손이 남은 표면의 반쪽에 가로놓여 있고 왼손이 표면에서 벗어났을 때 분할 제한 영역의 다이어그램.
- 도 21은 분할 에지 검사의 플로우 차트.
- 도 22는 불변의 통로 추적의 플로우 차트.
- 도 23은 손 부분 식별 알고리즘의 플로우 차트.
- 도 24는 손 부분 유인점 주위에 구성된 보로노이 셀 다이어그램.
- 도 25a는 오른손 엄지, 오른손 내부 손바닥, 및 외손등 대 접촉 배향을 위한 배향 중량 팩터의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 25b는 엄지 크기 인지 대 접촉 크기의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 25c는 손바닥 크기 팩터 대 접촉 편심에 대한 전체 접촉 인접의 비의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 25d는 손바닥 분할 팩터 대 접촉부 및 인접한 접촉부 사이의 거리의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 26은 엄지 존재 검증 알고리즘의 플로우 차트.
- 도 27은 다른 손 부분 식별 알고리즘의 플로우 차트.
- 도 28은 펜 그림 검출 공정의 플로우 차트.
- 도 29는 손 식별 알고리즘의 플로우 차트.

- 도 30a 내지 30c는 표면 접촉부의 고정 배열을 위한 세개의 다른 손 분할 가설을 도시하는 도면.
- 도 31a는 손 클러칭 방향 팩터 대 수평 손 속도의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 31b는 잘 쓰는 손 팩터 대 인접한 최외부 손가락에 대한 최외부 손가락의 수직 위치의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 31c는 손바닥 접촉(cohesion) 팩터 대 손의 손바닥 접촉부들 사이의 최대 수평 분할의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 32는 내부 손가락 각도 팩터 대 최내부와 다음 최내부 손가락 접촉부 사이의 각도의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 33은 중간 손 분할 팩터 대 오른손 엄지와 왼손 엄지 사이의 추정 거리의 플롯을 도시하는 도면.
- 도 34는 손 손 움직임 성분 추출의 플로우 차트.
- 도 35는 손이 축소될 때 일반적인 손가락 궤도의 다이어그램.
- 도 36은 반경방향 및 각방향 손 속도 적출의 플로우 차트.
- 도 37은 병진 손 속도 컴포넌트의 적출을 도시하는 플로우 차트.
- 도 38은 다른 손 압력 적출의 플로우 차트.
- 도 39a는 손가락 동기 검출 루프의 플로우 차트.
- 도 39b는 인대 탭 검출의 플로우 차트.
- 도 40a는 인대 이동 인식 루프의 플로우 차트.
- 도 40b는 인대 이동 이벤트 발생의 플로우 차트.
- \*도 41은 키 레이아웃 모핑의 플로우 차트.
- 도 42는 키프레스 검출 루프의 플로우 차트.
- 도 43a는 키프레스 수납 및 전송 루프의 플로우 차트.
- 도 43b는 활자 에물레이션의 플로우 차트.
- \* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*
- 2: 멀티터치 표면 4: 손
- 6: 전자 스캐닝 하드웨어 8: 교정 모듈
- 10: 접촉부 추적 및 식별 모듈 12: 타이핑 인식 모듈

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 출원은 1998년 1월 26일자로 출원된 미국 가출원 시리얼 번호 제 60/072,509호 및 1999년 1월 25일자로 출원된 미국 실용 출원 시리얼 번호 제 09/236,513호에 기초한 것이다.

본 발명의 분야

본 발명은 일반적으로 데이터 입력 방법 및 장치에 관한 것이며, 특히 수동 입력 통합 방법 및 장치에 관한 것이다.

관련 기술의 설명

오늘날에는 컴퓨터에 대해서 데이터 및 커맨드를 수동 입력하는 많은 방법들이 사용되고 있으나, 각각은 특정 타입의 데이터 입력에 대해서는 매우 효율적이며 사용하기 용이하다. 예를 들어, 펜이나 또는 픽(puck)을 이용한 드로잉 타블렛(drawing tablet)은 드래프팅, 스케칭, 및 신속한 커맨드 제스처에 있어서 우수하다. 스타일러스를 이용한 필적(handwriting)은 서명, 특수 기호 또는 소량의 텍스트를 요구하는 폼을 채우는데 편리하나, 필적은 타이핑 및 음성 입력에 비해 긴 문서에 대해서는 느리다. 마우스, 핑거 스틱(finger-stick) 및 터치패드들은 커서 위치 지정 및 드래그 및 드롭과 같은 그래픽 물체 조작에 있어서 우수하다. 롤러, 썸휠(thumbwheel), 및 트랙볼(trackball)은 패닝(panning) 및 스크롤링에 있어서 우수하다. 많은 컴퓨터 사용자가 하루에 겪게 되는 다양한 업무는 이 기술들 모두를 요구하나, 소수의 사용자들만이 다수의 입력 장치에 대가를 지불할 것이며, 개별 장치들은 종종 편리성과 인체 공학적인 의미에서 호환할 수 없다. 예를 들어, 드로잉 타블렛은 그래픽 전문가들에게는 꼭 필요한 것이나, 타이핑 동안 펜을 내려 놓아야 하거나 손가락 사이에 어색하게 걸쳐 놓아야 하기 때문에 드로잉과 타이핑의 전환은 불편하다. 따라서, 값이 싸며 통상적인 수동 입력 기술의 편리한 통합을 제공하는 수동 입력 장치의 기술에 대한 필요성이 오랫동안 존재해 왔다.

음성 인식은 사용자 손의 입력 부담을 약간 경감시킬 수 있는 흥미있는 새로운 기술이다. 그러나, 음성은 모든 타입의 데이터를 입력하는데 적합하지 않다. 현재, 음성 입력은 긴 텍스트 문서의 받아쓰기에 가장 적합하다. 자연어 인식이 충분히 성숙되어 매우 높은 레벨의 음성 커맨드가 컴퓨터에 의해 이해될 수 있을 때까지, 음성은 커맨드 및 제어에 대해서 키보드 단축키(hot key)와 마우스 메뉴를 넘는 이점을 거의 갖지 못할 것이다. 또한, 비록 어떻게 음성을 잘 이해한다 하더라도, 그래픽 물체의 정확한 위치 지정, 드로잉, 및 조작은 음성 커맨드으로는 어렵다. 따라서, 음성 입력을 보충하는 다기능 수동 입력 장치의 기술에 대한 필요성이 항상 존재할 것이다.

표준 입력 장치의 집합의 타이핑, 위치 지정, 스크롤링, 및 필적 능력을 조합한 일반적인 수동 입력 장치는 장치 전문성을 포기하는 불가피한 희생보다 중요한 인체 공학적, 경제적, 및 생산적인 면에서 장점을 가져야 한다. 일반적인 장치는 확고히 통합되어야 하며, 다른 타입의 입력을 명확히 구별해야 한다. 따라서, 사용자가 한 입력 행위에서 다른 입력 행위로 전환하기 전에, 버튼 누름, 팔 이동, 또는 스타일러스 픽업과 같은 명료한 모드 전환 신호를 제공할 필요가 없어야 한다는 의미에서 사용자에게 모델리스(modeless)인 것으로 여겨져야 한다. 역학적 연구는 반복 및 힘이 반복적인 피로 손상을 증가시킴을 시사한다. 인체 공학을 개선시키기 위해 불편한 자세, 장치 기동력, 소모성 움직임, 및 반복은 최소화되어야 한다. 또한, 작업 부하는 반복적인 피로를 피하기 위해 모든 이용 가능한 근육에 퍼져야 한다.

반복은 복잡한 마우스 포인터 움직임 시퀀스를 필요로 하는 업무를 몇몇 그래픽 조작 채널에 할당함으로써 최소화될 수 있다. 스크롤 바나 슬라이더 제어를 인식해 조작하는 것과 같은 통상적인 그래픽 사용자 인터페이스 동작은 온-스크린 제어 상에 커서를 재위치시키는 단계 없이, 직접 스크롤을 야기시키는 특수 핑거 움직임보다 훨씬 덜 효과적이다. 적합하게, 그래픽 조작 채널은 작업 부하를 퍼뜨리기 위해 많은 손가락과 손의 움직임 배합에 분배되어야 한다. 예지 스크롤링을 이용한 Cirque<sup>®</sup> Smartcat 터치 패드, 매립된 위치 지정 스틱을 이용한 IBM<sup>®</sup> ScrollPoint<sup>™</sup> 마우스, 및 길릭 등에 의한 미국 특허 번호 제 5,530,455호에 기재된 롤러 마우스와 같은 보조 스크롤링 제어를 이용한 터치 패드 및 마우스는 이 분야에서의 작은 개선을 나타내지만, 빈번히 사용되는 커서 움직임 시퀀스를 제거하는데 충분한 직접 조작 채널을 여전히 제공하지 못한다. 또한, Proceedings of CHI '97 Extended Abstracts(1997)에 기재된, 에스. 자이(S. Zhai) 등에 의한, "위치 지정 및 스크롤링을 위한 이중 스트림 입력(Dual Stream Input for Pointing and Scrolling)"에서는, 동시 패닝, 주밍 및 회전을 방지하는 2이상의 자유도를 한번에 조작하는 것이 이 장치로는 매우 어렵다.

과도한 운동 및 반복을 줄이기 위한 다른 일반적인 방법은 일단 사용자가 움직임을 멈추거나 손가락을 들어올리면 포인팅 및 스크롤링 움직임 신호가 자동적으로 계속되는 것이다. 관련 기술 방법은 이러한 동작 계속이 이루어지는 조건하에서 의해 두드러질 수 있다. 미국 특허 번호 제 4,734,685호에서, 와타나베는 포인팅 장치의 이동 거리 및 속도가 임계값을 초과할 때 영상 패닝을 계속하도록 한다. 자동 패닝은 포인팅 장치를 반대 방향으로 되돌림으로써 정지되므로 정지에는 추가적인 정확한 이동이 필요하다. 길레스피(Gillespie) 등에 의한 미국 특허 번호 제 5,543,591호에서, 손가락이 소형 터치패드

주위의 에지 경계 영역에 들어갈 때 동작 계속이 발생한다. 계속되는 이동 속도는 일정하고, 방향은 터치패드의 중앙에서 에지의 손가락을 향하는 방향에 대응한다. 계속 모드는 손가락이 경계 영역을 떠나거나 패드에서 들어올려질 때 종료한다. 불리하게, 사용자는 종종 커서 이동을 계속하려는 의도 없이 패드의 에지에서 정지되거나, 예기치 않은 이동 계속으로 화가 나게 된다. 로건(Logan) 등에 의한 미국 특허 번호 제 5,327,161호도 손가락이 경계 영역에 들어갈 때 이동 계속을 기재하고 있으나, 대안적인 트랙볼 에뮬레이션 모드에서, 이동 계속은 오직 리프트오프시의 측면의 손가락 속도 및 방향의 함수일 수 있다. 이동 계속은 마찰 인자로 인해 감퇴되거나 또는 표면상의 다음 터치다운으로 인해 정지될 수 있다. 불리하게, 고속으로 디스플레이상에 대형 타겟을 접근시킬 때, 사용자가 리프트오프 전에 포인터를 완전히 정지시킬 수 없으므로, 리프트오프시의 터치 속도는 이동 계속에 대한 사용자 요구의 신뢰가능한 지표는 아니다. 따라서, 사용자가 실제로 타겟에서 포인트 동작을 정지시키고자 할 때 갑자기 작동되지 않지만, 경계상에서 일어나거나 또는 리프트오프 동안 충분한 속도로 이동하는데 일어나는 이동 계속 방법을 제공하는 것이 상기 기술을 진보시킬 것이다.

포인팅 장치를 액세스하기 위해 타이핑 위치에서 손을 이탈시킬 필요가 없도록 키보드에 포인팅 장치를 내장하려는 많은 시도가 있었다. 이는 프랜즈(Franz) 등에 의한 미국 특허 번호 제 5,189,403호에 기재된 통합 포인팅 키와, 제이. 러트리지(J. Rutledge) 및 티. 셀커(T. Selker)에 의한 "Human-Computer Interaction-INTERACT '90, pp. 701-06(1990), "포인팅을 위한 Force-to-Motion 기능(Force-to-Motion Functions for Pointing)"에 기재된 통합 포인팅 스틱, 및 샌틸리(Santilli)에 의한 미국 특허 번호 제 5,675,361호에 기재된 위치 감지 키를 포함한다. 그럼에도 불구하고, 이 장치의 제한된 이동 범위 및 해상도는 마우스보다 열악한 포인팅 속도와 정확도에 이르게하며, 그들은 키보드 구조에 기계적 복잡성을 부가한다. 따라서, 상기 종래 기술에서는 고해상도, 큰 이동 범위, 및 타이핑 손 위치로부터 용이하게 접근 가능한 큰 자유도를 갖는 포인팅 방법에 대한 기술이 필요하다.

터치 스크린과 터치 패드는 종종 클릭으로서 의도되는 터치 표면상의 탭 동안 매우 작은 측면의 손가락끝 이동이 발생할 것임을 가정함으로써 포인팅 동작을 에뮬레이션된 버튼 클릭 또는 키프레스와 구별한다. 태핑이 일반적으로 표면에 대해 접선 방향의 손가락 이동 요소를 최소화해 정지된 손가락 위치로부터 곧게 아래로 내려간다는 가정은 이 방법에서 고유한 것이다. 이것은 표면이 별개의 키 영역으로 세분화되지 않거나, 사용자가 키보드를 치기 전에 각 키를 천천히 "치고 보는(hunt and peek)" 시각 검색을 행하는 경우 유효한 가정이다. 예를 들어, 길레스피(Gillespie) 등에 의한 미국 특허 번호 제 5,543,591호에서, 터치패드는 모든 측면 이동을 커서 이동으로서 호스트 컴퓨터에 전송한다. 그러나, 손가락이 터치다운 후 탭으로 간주하기에 충분하게 들어올려진 경우, 그리고 축적된 측면 동작이 초과되지 않는 경우, 임의의 전송된 이동은 수행되지 않으며, 대신 마우스 버튼 클릭이 전송된다. 이 방법은 포인팅과 같은 마우스 커맨드에 대해서만 행해지며, 드래깅이나 다른 조작에 대해서는 안전하게 전혀 행해지지 않는다. 로건(Logan)에 의한 미국 특허 번호 제 5,666,113호에서, 약 1/16"보다 작은 측면 이동을 갖는 탭이 소형 키패드상의 키를 작동시키는 반면, 1/16"를 초과하는 측면 이동이 커서 제어 모드를 작동시킨다. 두 특허에서 커서 모드는 손가락이 장시간 표면에 머물 때 디폴트로 인해 호출된다.

그러나, 큰 어레이의 키 영역으로 분할된 표면상의 빠른 터치 타이핑은 관련 기술분야의 필터링 기술이 허용할 수 있는 것보다 더 많이 표면을 따른 접선 운동을 생성하는 경향이 있다. 이러한 어레이는 손가락 바로 아래에 있을 수 없는 다수의 행 및 열의 키들을 포함하며, 그래서 사용자는 많은 키 영역을 접촉하기 위해 손을 뺀거나 또는 손가락을 구부리거나 손가락을 뺐어야 한다. 손가락이 공중에 있을 때 민첩한 뺐는 동작은 손가락이 표면에 닿을 때 여전히 존재할 수 있는 큰 측면 손가락 운동을 제공한다. 표면에서 측정된 1/4" 측면 이동만큼 큰 그랜징 탭(glancing tap)이 용이하게 생성될 수 있다. 이 큰 이동을 필터링하거나 억제하려는 시도는 커서를 둔하게 하거나 반응이 늦게 한다. 또한 손가락이 표면상의 한 위치에 유지될 때, 포인팅 모드 대신 타이프메틱 또는 자동 키 반복 모드에 들어가는 것이 바람직할 수 있다. 연장된 손가락 가압 동안 손가락끝의 임의의 측면 시프팅은 강력한 필터링 없이 커서 지터(jitter)로서 픽업될 것이다. 따라서, 1개의 손가락의 측면 이동보다 더 강인한 손 형상 규를 통해 동일 표면상에서 키입과 포인팅을 구별하는 방법에 대한 기술이 필요하다.

인체 공학적 타이핑 시스템은 키 태핑력을 최소화하고, 핑거 탭과 휴식중인 손을 용이하게 구별하고, 손가락을 표면 충격력으로부터 보호하는 것을 필요로 할 것이다. 기계적 및 멤브레인 키보드는 손이 키 위에서 쉬고 있을 때 작동을 방지하기 위해 키스위치의 스프링력에 의존한다. 이것은 키 동작 힘에 의한 피로를 경감시키고 휴식 기간 동안 키 위의 손 전체 중량을 릴렉스하는 인체 공학적 욕구들 사이에서 양립할 수 없는 트레이드 오프를 초래한다. 터치 표면에서의 힘 최소화는 멤브레인 저항성이나 표면 탄성과 감지 기술보다 오히려 손가락 압력에 의존하지 않는 용량성 또는 액티브 오프셋 감지로 가능하다. 하기에 기술된 관련 기술 분야의 터치 장치는 4개의 손가락끝, 엄지 및 아마도 손바닥 후부를 포함하는 손 전체가 표면에 휴지하는 경우, 혼동하게 될 것이다. 따라서, 휴지하는 손 및 표면 완충을 허용할 수 있는 제로-힘 용량성 감지에 기초하여 다중 접촉 표면 타이핑 시스템에 대한 기술의 필요성이 오랫동안 존재해 왔다.

인체 공학적 타이핑 시스템은 또한 개개의 손 크기에 적합하고, 타이핑 스타일의 변화를 허용하고, 건강한 손 자세의 범위를 유지하도록 할 것이다. 비록 많은 인체 공학적 키보드가 제안되었다 할지라도, 기계적 키스위치만이 고비용으로 위치 변경될 수 있다. 예를 들어, 하그리브스(Hargreaves)에 의한 미국 특허 번호 제 5,689,253호에 기재된 오목한 키웰

(keywell)을 갖는 키보드는 가장 손에 적합하나, 단일 위치에 팔을 고정시키는 경향이 있다. 접촉 표면의 키 레이아웃은 변경이 사용자를 혼동시키지 않는 한 용이하게 모핑되고, 이동되고 또는 임의로 재구성될 수 있다. 그러나, 접촉 표면은 기계적 키스위치의 예지만큼 많은 측면 방향의 촉각 피드백을 제공할 수 없다. 따라서, 상기 기술에 있어서는 키 레이아웃이 개개의 손 자세에 적합하도록 키 레이아웃을 개조할 수 있고, 제한된 촉각 피드백에 의해 손이 들어올러지는 경우 타이핑 정확도를 유지할 수 있는 표면 타이핑 인식기에 대한 기술이 필요하다.

스타일러스를 사용하는 매끄러운 접촉 표면상의 필적은 해당 기술분야에서 잘 공지되어 있으나, 다른 입력 작업 동안 스타일러스가 어딘가에 놓여져야하거나 불편하게 보유되어야 하므로, 이는 일반적으로 타이핑 및 포인팅과 잘 통합되지 않는다. 또한 스타일러스의 필적 작업을 손가락끝의 포인팅 이동과 구별하는 것이 어려울 수 있다. 따라서, 스타일러스 없이 그리고 그들을 포인팅 이동과 혼동하는 일 없이 조악한 필적 제스처를 포착하기 위한 방법에 대한 기술이 필요하다.

상기에 인용한 입력 구별에 대한 필요성의 대다수는 슬라이딩하는 손가락 코드나 그립(sliding finger chords and grip)과 같은 다양한 손의 설정과 이동을 구별하는 터치 감지 기술(touch sensing technology)로 충족될 수 있다. 많은 기계적 코드 키보드(mechanical chord keyboard)는 다수의 손가락으로부터의 동시의 하부 활동을 검출하도록 설계되었지만, 이들은 넓은 범위에 걸쳐 측면 손가락 이동을 검출하지 않는다. 관련 기술은 한 손가락을 추적(tracking)하여 마우스나 또는 키보드를 에뮬레이트하는 용량성 터치패드의 몇몇 예를 나타낸다. 이들은 전형적으로 열 및 행으로 배치된 기다란 와이어 간의 용량을 측정한다. 얇은 유전체가 열 및 행 층사이에 개재되어 있다. 손가락의 존재는 전극 근처의 자기 또는 상호 용량을 교란시킨다. 이 기술 대부분은 특정 열 또는 행의 모든 물체 부근의 한 전극 상에 통합되는 투사형 열 및 행 센서를 사용하므로, 에스. 리(S. Lee)에 의한 University of Toronto masters Thesis(1984), "고속 다중 터치 감지 입력 장치(A Fast Multiple-Touch-Sensitive Input Device)"에 기재된 바와 같이, 이들은 둘 이상의 물체의 위치를 유일하게 결정할 수 없다. 이들이 최대한 할 수 있는 것은 일렬로 놓인 손가락끝을 세는 것이 최상이며, 엄지나 손바닥이 손가락끝과 동일한 열에 들어오면 이것도 실패할 것이다.

거파이드(Gerpheide) 등에 의한, 미국 특허 번호 제 5,565,658호 및 제 5,305,017호에서는, 한 세트의 전극을 어떤 클럭 주파수로 구동하고 얼마나 많은 주파수가 제 2 전극 세트에 연결되는지를 감지하여 열 및 행 전극 사이의 상호 용량을 측정한다. 이러한 동기 측정은 구동 주파수의 노이즈에 매우 민감하여 신호 대 노이즈 비를 증가시키며, 이들은 단일 열 및 열 대신 다수의 열 또는 다수의 열로 이루어지는 가상 전극을 형성하고, 여러 상호 용량이 0으로 되거나 안정될 때까지 전극 배합을 통해 스캐닝한다. 결합된 신호는 각각의 가상 전극의 열 및 열의 적(product)에 따라 증가하지만, 노이즈는 그 합에 따라 증가되므로, 둘보다 많은 열 및 둘보다 많은 행으로 구성되는 가상 전극에 대한 신호 대 노이즈 비에는 순이익이 주어진다. 그러나, 다수의 물체를 유일하게 구별하기 위해서는, 가상 전극 사이는 이 열 및 열 가상 전극의 교차점이 손가락끝, 즉 두 열 및 두 행 둘레보다 크지 않도록 감소되어야 하며, 이는 신호 대 노이즈 비를 떨어뜨릴 것이다. 또한, 신호 대 노이즈 비는 넓은 영역을 커버하기 위해 열 및 행 길이를 증가시키기에 따라 떨어진다.

질레스피(Gillespie) 등에 의한, 미국 특허 번호 제 5,543,591호, 제 5,543,590호, 제 5,495,077호에서는 독립적으로 열 및 행 전극에 대한 전극-손가락 자기-용량을 측정한다. 공지된 시간에 공지된 전하량을 주입 또는 제거하여 발생하는 전극 전압 변화를 측정하여 전체 전극 용량이 추정된다. 각 전극이 그 자신의 구동/감지 회로를 갖는 경우 모든 전극이 동시에 측정될 수 있다. 모든 열 및 행 전극 신호로부터 계산된 중심(centroid)은 단일 물체에 대해 보간된 수직 및 수평 위치를 확립한다. 이 방법은 일반적으로 동기 방법보다 높은 신호 대 노이즈 비를 가질 수 있지만, 열 및 행 길이가 증가함에 따라 신호 대 노이즈 비가 여전히 감소된다. 신호 대 노이즈 비는 특히 패드 위 수 밀리미터에 떠있는 물체를 정밀하게 위치시키는 데 중요하다. 이 방법은 이러한 물체를 검출할 수 있지만, 그 위치를 패드의 중심 근처에 있다고 보고하거나 단순히 예지 근처에 떠있는 물체를 검출하지 못하는 경향이 있다.

그러므로, 긴 열 및 행 전극을 갖는 터치 패드의 열악한 신호 대 노이즈 비와 다수의 손가락을 인식 못하는 문제를 갖지 않는 용량 감지 장치에 대한 기술이 필요하다.

브와(Boie) 등에 의한 미국 특허 번호 제 5,463,388호는 키보드 또는 마우스 입력 중의 어느 한 쪽에 적용가능한 용량성 감지 시스템을 개시하지만, 두 가지 형태의 입력을 동시에 통합시키는 문제는 고려하지 않았다. 이들이 배열된 단위 셀(unit-cell) 전극의 독립적인 검출을 언급하고 있지만, 이 용량 변환 회로는 각 전극으로 경제적으로 복제되기에는 너무 복잡해 보인다. 그러므로 전극을 원격 신호 조절 회로로 접속시키는 긴 리드 와이어(lead wire)는 노이즈를 픽업할 수 있고 손가락-전극 자기 용량에 비해 큰 용량을 가질 것이며 다시 신호 대 노이즈 비를 제한한다. 또한, 이들은 다수의 손가락을 추적하기 위한 독립적인 전극의 중요성을 인식하지 못하거나, 또는 독립적인 전극 배열 상에서 다수의 손가락을 어떻게 추적하는지를 언급하지 않고 있다.

리(Lee)는 32행 64열로 배열된 7mm X 4mm 금속 전극을 갖는 초기의 멀티터치 전극 배열을 만들었다. 이 "고속 다중 터치 감지 입력 장치(FMTSID)"의 전체 작동 면적은 12"X 16"로 측정되며, 전극으로부터 손가락을 절연시키기 위해 0.075mm 마일러(Mylar)의 유전체를 갖는다. 각 전극은 행 충전 선(row charging line)에 연결된 제 1 다이오드와 열 방전 선에 연결된 제 2 다이오드를 갖는다. 전극 용량 변화는 단독으로 측정되거나 또는 직사각형 그룹에서 하나 이상의 행 선으로 전압을 올려, 그 행의 전극을 선택적으로 충전시킨 다음 방전 저항을 통해 그라운드에 선택된 열의 방전을 타이밍하여 측정된다. 리(Lee)의 설계는 전극당 2개의 다이오드만을 필요로 하지만, 리의 설계의 주요 단점은 열 다이오드 역 바이어스 용량이 동일한 열의 전극간의 간섭을 허용한다는 것이다.

상기에 인용한 관련된 모든 용량 감지 기술은 경제적인 전극 밀도와 함께 높은 포인팅 해상도를 얻기 위해 전극간의 보간을 사용한다. 브와(Boie) 등과 길레스피(Gillespie) 등은 모두 모든 열 및 행 전극 판독 값에서 중심을 계산하는 것을 논의한다. 그러나, 여러 개의 손가락 검출에 대하여, 중심의 계산은 한 번에 하나의 손가락만을 포함하기 위해 국지적인 최대값들 주위로 주의깊게 제한되어야 한다. 리(Lee)는 국지적 최대값들을 구한 다음 개개의 국지적 최대값 전극의 8개의 가장 인접한 극만을 보간하는 양분 조사(bisective search) 기술을 사용한다. 이는 작은 손가락끝에 대해서는 잘 작동할 수 있지만, 엄지 손가락이나 손바닥 접촉은 9개 이상의 전극을 덮을 수 있다. 그러므로, 개개의 구별가능한 손 접촉에 의해 덮힌 전극을 정확히 그룹화하고 이러한 잠재적으로 불규칙적인 그룹으로부터 도심을 계산하기 위한 개선된 수단이 당업계에는 요구된다.

손이 접촉하는 표면을 항상 추적 및 인식하기 위해서는 다중 터치 표면 감지, 복합 인접 영상 처리의 최대 장점을 취할 필요가 있다. 수동적인 광 영상에 비교하여, 인접 영상은 신체가 표면을 접촉하는 곳을 명확히 지시하며, 배경의 이질적인 물체와 광도 편차에 의해 혼란되지 않는다. 그러므로, 인접 영상 필터링 및 분할 단계(segmentation stage)는 에스. 아마드의 IEEE, 신호 시스템 및 컴퓨터에 관한 28회 아실로마르 회의록-2권의 "사용가능한 실시간 3D 손 트래커" 또는 와이. 취와 제이. 왕의 컴퓨터 비전 및 패턴 인식에 대한 1996 IEEE 컴퓨터 학회 회의록, 페이지 88-93(1996), "학습 기반 예측을 사용한 손의 구분화 및 손에 의한 서명 인식에 대한 검증"과 같은 자유공간 손 추적에 대한 컴퓨터 비전 접근방법보다 간단하고 더 신뢰성이 있을 수 있다. 그러나, 손가락 중간 마디와 같은 손의 부분과 손바닥의 중심은 손이 그 표면에 펼쳐지지 않으면 전혀 그 용량성 인접 영상을 나타내지 않는다. 그러므로, 예프. 크베크의 IEEE 멀티미디어, 3권, 페이지 366-47 (1996)의 "방해받지 않는 동작 상호관계"에서와 같은 자유공간 손으로 쓴 언어의 인식에 적용된 광학적인 유동 및 외형 추적 기술은 인접 영상 추적에 대한 특별한 요청을 처리하지 못한다.

시냅틱스 코포레이션(Synaptics Corp.)은 강성 회로기판이 아닌 가요성 마일러 막 상에 상기 전극 배열을 제조하는데 성공하였다. 이 전극 배열은 특수한 제품의 형상에 순응하는데 적합하지만, 넓은 표면에 대해 상당한 손가락 완충작용(finger cushioning)을 제공하지는 않는다. 필름 아래에 쿠션이 위치된다하더라도 막, 도선, 전극에 신축성이 없기 때문에 압축가능한 재료에 의해 제공되는 순응성을 제한한다. 브와 등은 전극 배열 쿠션 핑거 임팩트(electrode array cushion finger impact)의 위에 압축성 절연체를 위치시키는 것을 제안한다. 그러나 약 1 밀리미터 두께 이상의 절연체는 측정된 손가락 대 전극 용량을 상당히 감소시킨다. 그러므로, 당업계에는 임의의 두께의 쿠션을 통해 손가락 용량의 영향을 전달하는 방법에 대한 요구가 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 주요 목적은 멀티터치면 상에서의 타이핑, 다중 자유도의 조작, 손으로 쓰는 것과 같은 상이한 형태의 손에 의한 입력을 통합하는 방법 및 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 다른 목적은 사용자가 배우기 쉽고 시스템이 인식하기 쉬운 상이한 손의 설정을 통해, 멀티터치면 상에서의 타이핑, 다중 자유도의 조작, 손으로 쓰는 것과 같은 상이한 형태의 손에 의한 입력을 구분하는 방법 및 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 신호 대 노이즈 비가 열화되지 않고 임의의 사이즈 및 분해능의 2차원 센서 배열이 구성될 수 있도록 각각의 전극 근처에 저렴하게 실시된 개선된 용량 변환 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 손의 다양한 설정을 구분할 수 있는 분해능으로 인접 영상을 얻기 위해 필요한 감지 전극의 수를 최소화시키는 전자 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 광범위한 용도에 적용가능하고 편안하고 인체공학적인 형상을 갖는 멀티터치면 장치를 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 그 표면에 안착하고 있는 손을 방해함 없이 손의 위치의 피드백 또는 접촉식 키의 피드백을 제공하는 것 또는 표면에 걸쳐 유연하고 정확한 슬라이딩을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 손의 다양한 설정을 구분할 수 있는 분해능으로 센서의 배열 부근의 살(flesh)의 영상을 제공할 수 있는 전자 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 상당한 감속이 검출되었을 때 사용자가 원할 때만 이 감속도를 커서 이동에 반영하지 않는 개선된 커서 이동 연속성 실시(cursor motion continuation invoking) 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 손의 다양한 설정이 상이한 종류의 입력 활동을 구분하기 위해 인식될 수 있고 사용될 수 있도록 이 손의 부분들이 표면을 접촉할 때 상이한 손의 부분을 인식하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 2차원 전자 문서를 탐색 및 조작하는 것을 보조하기 위해 둘 이상의 손의 접점의 이동으로부터 자유도의 이행 정도 및 회전과 치수(scaling)를 신뢰성있게 추출하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 2차원 전자 문서를 탐색 및 조작하는 것을 보조하기 위해 손의 압력차로부터 기울임 및 좌우 회전 자유도를 신뢰성있게 검출하는 것이다.

본 발명의 부가적인 목적 및 장점은 하기의 설명에 제시되며 이로부터 명백해지며 또는 본 발명의 실시예로부터 습득할 수 있다. 본 발명의 목적 및 장점은 첨부된 청구범위에 특히 지적된 요소 및 조합을 사용하여 실현 및 얻어진다.

상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 따라 이 명세서에서 구체화 되고 넓게 기술한 바와 같이, 본 발명은 감지 장치에 대한 터치 장치의 근접치의 변화에 의해 야기되는 자기-캐패시턴스의 변화에 반응하는 감지 장치를 포함하고, 상기 감지 장치는 입력 노드, 출력 노드, 및 공통 노드를 가지는 직렬로 연결된 2개의 전기 스위칭 수단과, 상기 2개의 스위칭 수단 사이의 공통 노드에 연결된 유전체로 덮힌 감지 전극과; 직렬 연결된 스위칭 수단의 입력 노드에 연결되며, 거의 일정한 전압을 제공하는 전원과; 직렬 연결된 스위칭 수단의 복수의 연속 스위칭 동안 이동되는 전하를 축적하는 적분 커패시터와; 적분 커패시터와 병렬로 연결되며, 상기 적분 커패시터의 잔여 전하를 제거하는 다른 스위칭 수단과; 직렬로 연결된 스위칭 수단의 상기 출력 노드에 연결되며, 상기 감지 장치에 대한 자기-캐패시턴스의 크기를 나타내는 전압을 생성하는 전압-전압 변환 장치를 포함한다. 다른 대안으로서, 상기 감지 장치는 입력 노드, 출력 노드, 및 공통 노드를 가지는 직렬로 연결된 2개의 전기 스위칭 수단과; 상기 2개의 스위칭 수단 사이의 공통 노드에 연결된 유전체로 덮힌 감지 전극과; 직렬 연결된 스위칭 수단의 입력 노드에 연결되며, 거의 일정한 전압을 제공하는 전원과; 직렬 연결된 스위칭 수단의 출력 노드에 연결되며, 감지 장치에 대한 자기-캐패시턴스의 크기를 나타내는 전류-전압 변환 장치를 포함한다.

또한 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 멀티터치 장치의 표면상이나 부근에서 복수의 터치 장치들의 공간 배열을 검출하기 위한 멀티터치 표면 장치를 포함하고, 상기 장치는, 1개의 강성 또는 연성 표면과; 그룹들의 상기 표면에 배열된 상기 감지 장치(앞의 단락에서 언급됨)들의 복수의 2차원 어레이들로서, 상기 한 그룹내의 감지 장치들은 대응하는 감지 장치에 연결된 출력 노드를 가지며, 동일한 적분 커패시터, 전하 제거 스위치 및 전압-전압 변환 회로를 공유하는, 상기 복수의 2차원 어레이와; 각 2차원 어레이의 단일 감지 장치를 인에이블하는 제어 회로와; 각 2차원 어레이의 센서 전압 데이터를 선택하는 수단과; 센서 전압 데이터를 디지털 코드로 변환하는 전압 측정 회로와; 상기 디지털 코드를 다른 전자 장치에 전달하는 회로를 포함한다. 상기 센서 전압 데이터 선택 수단은 1개의 멀티플렉싱 회로 및 다수의 전압 측정 회로를 포함한다. 또한, 멀티터치 표면 장치는 입방체(cube), 구체(sphere), 또는 임의의 다른 3차원 형상 중 하나의 형상으로 배열된다.

또한 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은 터치 장치의 여러 형상 및 행동을 감지하여 전자 또는 전자 기계 장치 중 하나로의 통합된 수동 입력을 생성하는 멀티터치 표면 장치를 포함하며, 상기 장치는, 상술한 근접치 감지 장치의 어레이와; 터치 장치와 결합될 때 취해질 동작을 나타내는 심볼들이 그 위에 프린트된 유전체 커버와; 감지 장치의 어레이로부터 디지털 근접 영상을 형성하는 주사 수단과; 근접 영상으로부터 배경 오프셋을 제거하는 교정 수단과; 근접 영상을 만드는 터치 장치의 형상 및 행동을 해석하는 인식 수단과; 특정 터치 장치의 형상 및 움직임에 응답하여 입력 신호를 생성하는 처리 수단과; 상기 입력 신호를 전자 또는 전자 기계 장치로 보내는 통신 수단을 포함한다.

또한, 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 표면 근처에서 하나 이상의 손의 손가락과 손바닥의 여러 형상 및 행동을 감지하여 전자 또는 전자 기계 장치 중 하나로의 통합된 수동 입력을 생성하는 멀티터치 표면 장치를 포함하고, 상기 장치는, 표면에 매립된 근접치 감지 수단의 어레이와; 상기 감지 수단에 의해 측정된 근접치로부터 디지털 근접 영상을 형성하는

주사 수단과; 손의 동일한 식별 가능한 부분의 접촉에 의해 강해진 근접 영상 픽셀을 그룹으로 모으는 영상 분할(segmentation) 수단과; 접촉부들이 연속적인 근접 영상을 따라 이동할 때 손의 접촉부의 특징 및 궤적을 파라미터화하는 접촉부 추적 수단과; 어느 손 및 손의 어느 부분이 각 표면에 접촉하는지를 결정하는 접촉부 식별 수단과; 거의 동시에 표면을 터치다운하거나 리프트오프(liftoff)하는 식별된 접촉부의 서브세트를 식별하며 표면상의 복수의 손가락의 동기 탭(synchronous tap)에 응답하여 명령 신호를 생성하는 동시성 검출 수단과; 비동시적인 손가락 탭으로부터 의도한 키 심볼을 생성하는 타이핑 인식 수단과; 복수의 손가락의 복수의 자유도를 2차원 및 3차원 그래픽 조작으로 공통의 자유도로 압축하는 움직임 성분 추출 수단과; 손가락의 선택된 조합에 의해 추출된 하나 이상의 자유도의 움직임에 응답하여 명령 및 커서 조작 신호 중 하나를 생성하는 코드 모션 인식 수단과; 펜을 쥐었을 때의 손의 형상과 유사한 접촉부 배열을 인식하고, 내측 손가락의 움직임으로부터 잉킹 신호를 생성하며, 내측 손가락이 들어올려지는 동안 손바닥의 움직임으로부터 커서 조작 신호를 생성하는 펜 그립 검출 수단과; 손가락 및 손바닥의 감지된 형상 및 행동을 전자 및 전자 기계 장치 중 하나로 보내는 통신 수단을 포함한다.

또한 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 타이핑, 복수의 자유도의 코드(chord)를 통한 조작, 필적(handwriting)과 관련된 손 형상 및 행동의 해석을 지원하기 위해 일련의 근접 영상의 손 접촉부를 추적 및 식별하는 방법을 포함하고, 이 방법은 각 근접 영상을 큰 근접치를 나타내는 전극의 그룹들로 분할하는 단계로서, 각 그룹은 식별 가능한 손 부분이나 다른 터치 장치의 근접치를 나타내는, 상기 분할 단계와; 각 전극 그룹으로부터 전체 근접치, 위치, 형상, 크기 및 방향 파라미터를 추출하는 단계와; 접촉부 터치다운 및 리프트오프시 경로 중점의 검출을 포함하는, 연속적인 근접 영상을 통한 그룹 경로를 추적하는 단계와; 각 경로를 따라 속도 및 필터링된 위치 벡터를 계산하는 단계와; 상대 경로 위치 및 속도들, 개별 접촉부 특징, 손과 손가락 위치의 이전 추정치들을 통합하여 손 및 손가락 아이덴티티를 각 접촉부 경로에 할당하는 단계와; 손가락에 현재 할당된 경로의 궤적들로부터 손과 손가락 위치의 추정치들을 유지하는 단계를 포함하고, 여기서 상기 추정치는 장래의 영상에서 분할 및 식별을 바이어스하기 위해 높은 레벨의 피드백을 제공한다.

또한 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 멀티터치 표면을 가로지르는 한 손의 2개 이상의 손가락 중 하나의 손가락이 대향한 엄지 손가락일 때 이들 손가락의 슬라이딩 운동으로부터 손 운동의 다수의 자유도를 일체로 추출하는 방법을 포함하고, 이 방법은, 표면에서 개별 손 부분의 궤적을 근접 센서 어레이의 연속 스캔을 거치며 추적하는 단계와; 주어진 손에서 손가락으로 인식된 접촉으로부터 최내측 및 최외측 손가락 접촉을 탐색하는 단계와; 최내측 손가락 접촉과 최외측 손가락 접촉 사이의 거리에서의 변화로부터 스케일링 속도성분을 계산하는 단계와; 최내측 손가락 접촉과 최외측 손가락 접촉 사이의 벡터 각에서의 변화로부터 회전 속도성분을 계산하는 단계와; 접촉하는 손가락 각각에 대해 이동 무게(translation weighting)를 재는 단계와; 표면에 대해 접선 방향의 손가락 속도의 이동 무게 평균으로부터 2차원으로 이동 속도성분을 계산하는 단계와; 가장 빠른 성분 보다 일정하게 작은 속도를 가진 성분을 강제 여과하는 단계와; 필터링된 속도 성분을 전자 또는 전자 기계 장치로 제어 신호로서 전달하는 단계를 포함한다.

또한 상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명은 멀티터치 표면에서 손을 놓기, 타이핑, 복수의 자유도 조정, 명령 제스처 및 핸드라이팅과 같은 다양한 손 입력 활동을 지원하기 위한 수동 입력 통합 방법을 포함하고, 이 방법은 사용자가 연속하는 표면 근접 영상을 가로질러 상대적인 손 접촉 타이밍, 근접도, 형상, 치수, 운동 및/또는 동일성의 식별 가능한 조합을 포함하는 다른 형태로 사용자의 손을 배치함으로써 입력 활동 사이를 즉시 전환할 수 있게 하고, 이 방법은, 연속하는 근접 영상을 가로질러 접촉하는 각각의 손 부분을 추적하는 단계와; 각각의 손 부분이 표면에 터치다운하여 리프트오프할 때의 시간을 측정하는 단계와; 손 부분이 동시에 터치다운하거나 리프트오프할 때를 검출하는 단계와; 표면에 정해진 키영역에서 사용자가 비동기적으로 손가락을 두드리거나 움켜쥐거나 미끄러뜨릴 때 개별 키 심볼을 생성하는 단계와; 사용자가 표면에서 동일한 손에서 2개 이상의 손가락으로 동시에 두드릴 때 개별 마우스 버튼 클릭 명령, 키 명령을 생성하거나 손호를 생성하지 않는 단계와; 사용자가 표면을 가로질러 2개 이상의 손가락을 미끄러뜨릴 때 제스처 명령 또는 복수의 자유도 조작 신호를 생성하는 단계와; 생성된 심볼, 명령 및 조작 신호를 전자 또는 전자 기계 장치에 입력으로서 보내는 단계를 포함한다.

더욱더 나아가서 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 멀티터치 표면에서의 손가락의 두드리기 또는 미끄러짐에 반응하여 어떤 종류의 입력 신호를 발생시켜 전자 또는 전자 기계 장치로 보낼 것인지를 선택하는 방법을 포함하고, 이 방법은, 엄지 손가락, 손톱 또는 손바닥으로서 표면을 접촉하는지 각각 식별하는 단계와; 각 손 부분이 표면을 터치다운하여 리프트오프할 때의 시간을 측정하는 단계와; 모든 손가락이 떠있는 상태에서 터치다운하여 어떤 하나의 손가락이 표면에서 떠오르기 전에 그런 손가락들의 세트를 형성하는 단계와; 이 세트에서 손가락 동일성의 조합으로부터 손가락의 다른 구별된 운동으로 인하여 발생하는 입력 신호의 종류를 선택하는 단계와; 손가락의 다른 구별된 운동이 일어날 때의 그 종류의 입력 신호를 발생하는 단계와; 적어도 하나의 손가락이 표면에서 리프트오프한 후에 동시에 터치다운하는 2개 이상의 손가락의 서브세트를 형성하는 단계와; 이 서브세트에서 손가락 동일성의 조합으로부터 손가락의 다른 구별된 운동으로 인하여 발생

되는 입력 신호의 새로운 종류를 선택하는 단계와; 손가락의 다른 구별된 운동이 일어날 때의 그 새로운 종류의 입력 신호를 발생하는 단계와; 새로운 서브세트를 형성하며 모든 손가락이 표면에서 리프트오프할 때까지 리프트오프 및 동시 터치 다운에 반응하여 새로운 종류의 입력 신호를 선택하여 발생하기를 계속하는 단계를 포함한다.

또한, 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은 터치 장치 조작자가 터치 장치가 상승되기 전에 터치 장치의 접선방향 운동을 가속하거나 감속할 수 없게 되어 커서 운동 계속이 요구된다는 것을 가리킨다면 터치 장치가 표면에서 리프트오프한 후 터치 민감성 입력 디바이스 표면에 걸쳐 터치 장치의 접선방향 운동으로부터 신호를 스크롤하거나 커서 운동의 발생을 계속 진행하는 방법을 포함하고, 이 방법은 터치 장치 조정 중에 2개 이상의 대표적인 접선방향 속도를 측정하며 저장하여 계산 디바이스로 전달하는 단계와; 터치 장치가 리프트오프하기 직전에 터치 장치 위치로부터 리프트오프 속도를 계산하여 저장하는 단계와; 접선 리프트오프 방향이 대략 대표적인 접선방향과 동일하고 접선 리프트오프 속도가 다수의 대표적인 접선 속도의 예정된 부분 보다 크다면 커서를 연속 이동하기 위한 모드로 들어가는 단계와, 커서 운동 속도가 하나의 대표적인 접선속도와 일치하도록 리프트오프 후의 커서 운동신호를 계산 디바이스로 연속 전달하는 단계와; 비교수단이 리프트 오프하기 전에 중대한 감속을 검출하거나 또는 계산 디바이스가 커서가 더이상 이동할 수 없거나, 윈도우가 더이상 스크롤할 수 없다고 반응하면 터치 장치가 다시 표면에 접촉할 때 커서 운동신호의 전달을 중지하는 단계를 포함한다.

상기 설명은 예를 든 것에 불과하고 본 발명을 제한하지 않는다.

첨부 도면은 이 명세서의 일부에 함체되어 구성되며 본 발명의 여러 가지 실시예를 도시하고 상기 설명과 함께 본 발명의 원리를 설명하는데 사용된다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명의 바람직한 실시예는 첨부도면에 도시된 일례를 참조하여 상세히 설명될 것이다. 동일 참조 번호는 도면 전체에 걸쳐서 동일 또는 유사 부품에 적용되도록 사용될 것이다.

도 1은 전체 통합 수동 입력 장치의 시스템 블록 다이어그램이다. 멀티터치 표면(2)내에 용기된 센서는 전체 평평한 손(4), 손가락 끝, 엄지, 손바닥, 및 표면에 대한 다른 전도성 터치 장치의 근접을 검출한다. 바람직한 실시예에 있어서, 상기 표면은 양 손(4)을 용이하게 수용하는데 충분한 크기이며 팔뚝의 내전을 감소시키도록 아치형으로 되어 있다.

다른 실시예에 있어서, 멀티터치 표면(2)은 한 손의 이동을 수용하기에 충분히 큰 크기이지만, 아암레스트 또는 의복에 고정되도록 가요성일 수 있다. 또한, 멀티터치 표면은 극소 치수의 표면(micro-dimensional surface)을 포함할 수 있다.

전자 스캐닝 하드웨어(6)는 센서 어레이의 각 근접 센서를 제어하고 판독한다. 교정 모듈(8)은 센서 어레이의 완벽한 스캔으로부터 열 인접 영상을 구성하고 소정의 배경 센서 오프셋을 공제한다. 배경 센서 오프셋은 표면에 아무것도 터치되지 않을 때 취해진 간단한 근접 영상일 수 있다.

그 다음에, 오프셋 정정된 근접 영상은 접촉부 추적 및 식별 모듈(10)로 패스되는데, 구별가능한 손 표면 접촉부내로 영상을 분할하고 접촉부가 연속적인 영상을 통해 이동할 때 추적하고 식별한다.

식별된 접촉부의 경로는 타이핑 인식 모듈(12), 손가락 동기 검출 모듈(14), 손 움직임 성분 추출 모듈(16), 및 펜 그립 검출 모듈(17)으로 통과되고, 손 형상을 구별하고 검출된 손 이동에 반응하도록 소프트웨어 알고리즘을 포함한다.

타이핑 인식 모듈(12)은 동일한 손상의 다른 손가락의 행동과 관련하여 크게 동조하는 손가락의 신속 프레스 및 해제에 반응한다. 각 손가락 탭의 위치에 가장 근접한 키 영역을 찾고 키 심볼을 전송하거나 소통 인터페이스 모듈(20)에 대해 가장 근접한 키 영역과 관련된 명령을 내린다.

손가락 동기 검출기(14)는 손가락의 서브셋의 동시 프레스 또는 해제를 위해 손의 손가락 행동을 체크한다. 동시 서브셋내에 포함된 손가락용 키이스트로크 공정을 무시하거나 정지시키도록 타이핑 인식기를 신호로 알린다. 또한 손가락 조합의 통과에는 코드 모션 인식기(chord motion recognizer)(18)에 대한 동조 서브셋을 식별한다.

손 병진, 손목을 중심으로 한 손 운동, 손가락으로 움켜쥐는 스케일링, 및 상이한 손 기울기와 같은 표면상의 손 멀티플레이션을 용이하게 수행하는 동안 손 움직임 성분 추출 모듈(16)은 개별 손가락 이동으로부터 다중의 제어 자유도를 계산한다.

코드 운동 인식기는 동시화 검출기(14)에 의하여 인식되는 동시 핑거 서브세트와, 16에서 추출되는 운동의 방향 및 속도에 따른 코드 탭 또는 운동 이벤트를 발생시킨다. 그 다음, 이러한 이벤트들은 호스트 커뮤니케이션 인터페이스(20)에 포스트된다.

상기 펜 그립 검출 모듈(17)은 펜을 그립하는 것으로 형성되는 핸드를 지시하는 인식된 손 접촉의 특별한 정렬을 위하여 체크한다. 이러한 장치가 검출된다면, 호스트 커뮤니케이션 인터페이스(20)에 이벤트를 인크할 때에 핑거를 그립하는 운동을 향하게 한다. 이러한 인크 이벤트는 드로잉 또는 신호 캡처 목적을 위하여 호스트 컴퓨터 디스플레이에 디지털 인크를 놓거나, 또는 본 기술에 잘 공지된 핸드라이팅 인식 소프트웨어에 의하여 부가로 해석된다. 상기 모듈의 각각내에서의 상세한 스텝은 이후에 부가로 설명된다.

상기 호스트 커뮤니케이션 인터페이스는 단일의 일시적으로 오더된 쿼크에서 타이핑 인식기(12) 및 코드 모션 인식기(18)로부터 이벤트를 유지시키며, 이들을 호스트 컴퓨터 시스템(22)으로 급파한다. 상기 인터페이스(20)와 호스트 컴퓨터 시스템(22)사이의 통신 방법은 호스트 컴퓨터의 성능과 처리 파워에 따라서 넓게 변할 수 있다. 양호한 실시예에서, 상기 통신은 애플 데스크탑 버스, PS/2 키보드 및 PC용 마우스 프로토콜, 또는 유니버설 버스(USB)와 같은 산업 표준 프로토콜을 통하여 컴퓨터 베이스에 발생할 수 있다. 다른 실시예에서, 상기 모듈(10-18)의 소프트웨어 처리는 호스트 컴퓨터(22)내에서 수행될 수 있다. 멀티터치 표면 장치는 근접 영상(8)로부터 근접 센서 어레이(6)를 스캔하고, 압축되어서 이들을 무선 네트워크를 통하여 호스트 컴퓨터에 보내기 위한 충분한 하드웨어만을 포함할 수 있다. 상기 호스트 커뮤니케이션 인터페이스(20)는 호스트 컴퓨터의 장치 구동기의 역할을 하며, 호스트 컴퓨터 시스템(22)에 잔류하는 다른 적용에 대한 입력으로서 근접 영상 인식 처리의 결과를 운반한다.

양호한 실시예에서, 상기 호스트 컴퓨터 시스템은 시각적인 디스플레이 장치(24)로 출력함으로써, 핸드와 핑거(4)는 디스플레이 스크린에서 그래픽 목적물을 조정할 수 있다. 그러나, 다른 실시예에서, 상기 호스트 컴퓨터는 로봇과 같은 기계를 디스플레이 또는 제어하기 위하여 출력할 수 있다.

"근접"이라는 용어는 인접된 핑거사이의 거리를 기준으로 하는 것이 아니라, 핑거 및 표면(2)과 같은 터치 장치사이의 거리 또는 압력을 기준하여서만 사용될 것이다. "수평" 및 "수직"이라는 것은 표면 평면내에서의 x 및 y 방향 축을 말한다. 그 다음, 근접 측정은 표면에 수직인 z축에서 압력으로서 해석된다. 상기 "내부" 방향이라는 것은 주어진 핸드의 엄지를 향하는 것을 의미하고, "외부"라는 방향은 주어진 핸드의 연분홍색 핑거를 의미한다. 이러한 설명을 위하여, 상기 엄지라는 것은 다르게 공지되지 않았다면, 핑거를 고려될 것이지만, 손가락끝으로서 고려되지 않는다. "접촉"이라는 것은 이것이 표면이 접촉될 때 손 부분을 위한 일반적인 용어로서 사용되고, 현재의 근접 영상에서 나타나며, 이것을 표현하는 그룹 및 경로 데이터 구조를 위한 것이다.

도 2는 도전 감지 전극(33)에 대한 터치 장치(38)의 근접치에 의존하여 전압(58)을 출력하는 장치의 개략도이다. 근접치 감지 장치는 입력 노드(46), 출력 노드(45) 및 공통 노드(48)를 가지는 직렬로 연결된 2개의 전극 스위칭 수단(30 및 31)을 포함한다. 얇은 유전체 재료(32)는 공통 노드(48)에 전기적으로 연결된 감지 전극(33)을 덮고 있다. 대략 일정한 전압을 제공하는 전원(34)은 기준 그라운드와 입력 노드(46) 사이에 연결된다. 2개의 전기 스위치(30 및 31)는 전원(34)으로부터의 전하의 흐름을 적분 커패시터(37)로 연결한다. 상기 적분 커패시터(37)의 양단 전압은 높은 임피던스의 전압 증폭기(35)에 의하여 다른 전압(58)으로 전달된다. 상기 인터그레이팅 커패시터(37)의 판은 상기 적분 커패시터(37)의 양단 전압이 0으로 될 때까지 전기 스위치(36)를 폐쇄시킴으로써 충전될 수 있다. 상기 전기 스위치(30 및 31)는 일련으로 개방 및 폐쇄되지만, 이들이 도 2에 도시된 바와 같이 동시에 개방될 수 있을지라도 동시에 거의 폐쇄되지는 않는다. 전기 스위치(30)는 입력 스위치로 언급되고, 전기 스위치(31)는 출력 스위치로 언급되며, 전기 스위치 36은 쇼팅(shorting) 스위치로 언급된다.

도 2에 도시된 근접 감지 장치는 전기 스위치(30,31,36)를 폐쇄 및 개방시킴으로써 작동되고, 특히 상기 접촉 장치(38)의 근접에 따른 증폭기(58)로부터의 전압 출력이 후의 특히 일련으로 기록된다. 센서 작동은 도 2에 도시된 바와 같이 개방 상태에서 모든 스위치로 시동된다. 그 다음, 쇼팅 스위치(36)는 적분 커패시터(36)에 있는 충전을 낮은 레벨로 감소시키는 충분히 긴 시간동안 폐쇄된다. 그 다음, 쇼팅 스위치(37)는 개방된다. 그 다음, 입력 스위치(30)가 폐쇄되고, 입력 스위치(30)의 양단 전압이 0으로 될 때까지 공통 노드(48)와 파워 서플라이사이에서 충전이 흐르도록 한다. 충전은 다음의 수식 (1)에 따라서 감지 전극(33)에 축적될 것이다.

$$Q = V (e \cdot A) / D \quad (1)$$

여기에서, V는 파워 서플라이(34)의 전압이고, e는 유전체 감지 전극 커버(32)와 상기 커버와 접촉 장치(38)사이의 공기캡의 유전율이며, D는 유전 영역의 두께이고, A는 접촉 장치(38)와 감지 전극(33)의 오버랩 영역이다. 따라서, 상기 감지 전극(33)에 축적되는 충전량은 다른 것들사이에서 상기 접촉 장치(38)와 감지 전극(33)의 오버랩 영역과, 접촉 장치(38)와 감지 전극(33)사이의 거리에 의존하게 된다. 입력 스위치(30)는 양단 전압이 0으로 된 후, 또는 거의 0으로 된 후에 개방된다. 곧 입력 스위치(30)가 개방된 후, 출력 스위치(31)는 양단 전압이 거의 0으로 될 때까지 폐쇄된다. 상기 출력 스위치(31)를 폐쇄시키는 것은 다음의 수식(2)에 따라서 감지 전극(33)과 적분 커패시터(37)를 양단 전압 변화에서 발생하는 적분 커패시터(37)사이의 흐름에 대한 변화를 허용한다.

$$\Delta V = (V - V_c) / (1 + C \cdot D / \epsilon \cdot A) \quad (2)$$

여기에서,  $V_c$ 는 출력 스위치(31)가 폐쇄되기 이전에 적분 커패시터(37)를 가로지르는 전압이고, C는 적분 커패시터(37)의 용량이며, A 및 D는 입력 스위치(30)가 수식(1)에 도시된 바와 같이 폐쇄될 때 이들의 값과 동일한 것이다. 상술한 바와 같이 기재된 입력(30) 및 출력(31) 스위치의 다중 스위칭은 감지 전극(33)에 대하여 접촉 장치(38)의 근접을 반사시키는 적분 커패시터(37)에 전압을 발생시킨다.

도 3a는 쇼팅 트랜지스터(36)와 전압-대-전압 전환 장치(35)가 각각, 레지스터(40)와 전류-대-전압 전환 장치(41)에 의하여 대체되는 근접 센서의 개략적인 다이어그램이다. 도 2에 도시된 커패시터(37)의 인터그레이팅 작용은 도 3a에 도시된 커패시터(39)에 의하여 실행되는 상기 근접 센서의 변경예이다. 당업자는 이러한 근접 센서의 변경이 상기 레지스터(40)의 상대값에 의존하면서 입력 및 출력 센서의 다중의 스위칭으로부터 하나의 이상의 선형 출력을 발생시킨다. 또한, 상기 레지스터(40)는 선형성을 향상시키기 위하여 쇼팅 스위치(69)(도 3b)에 의하여 대체될 수 있다. 도 3에 도시된 회로가 도 2에 도시된 회로보다 더 많은 선형 출력을 공급할지라도, 도 3의 회로는 일반적으로 2중의 파워 서플라이를 요구하지만, 도 2의 회로는 단지 하나만을 요구한다.

도 2에 도시된 전기 스위치는 다양한 트랜지스터 기술로 될 수 있는 것이다: 즉, 분리, 통합, 박막, 두꺼운 막, 중합체, 광학 등이 될 수 있다. 필드 영향 트랜지스터(FET)가 입력(30), 출력(31) 및 쇼팅(36) 스위칭으로서 사용되는 것중의 하나가 도 4a에 도시되어 있다.

FETs는 게이트 단자(43, 44, 55)에 인가된 전압에 의해 스위치 온 및 오프된다. 상기 설명을 위해, FET는 게이트 전압이 논리 1일 때 스위치 온되며, 게이트 전압이 논리 0일 때 스위치 오프된다고 가정한다. 제어기(42)는 도 4B에 도시한 바와 같이 시간 함수로서 게이트 전압을 인가하는데 사용된다. 본 예에서 3개의 펄스쌍(43, 44)의 순차는 입력 및 출력 트랜지스터 게이트에 인가된다. 각 펄스쌍(43, 44)은 식 2로 나타낸 바와 같이 적분 커패시터(37)를 거쳐서 전압 변화를 발생한다. 입력부(43) 및 출력부(44)에 인가된 펄스쌍의 수는 적분 커패시터(37)를 거쳐서 소정 전압에 의존한다. 전형적인 적용에 있어서 그 수는 1 및 수백 펄스쌍 사이이다.

도 5는 멀티터치 표면 시스템에서와 같은 근접 센서(47)의 배열을 구비하는 시스템에 사용하기에 적합한 근접 센서 회로를 나타낸다. 근접 센서(47)는 입력 트랜지스터(30), 출력 트랜지스터(31), 감지 전극(33), 감지 전극을 위한 절연 커버(32), 및 도전성 트레이스(43, 44, 45, 46)로 구성된다. 도전성 트레이스는 동일한 도전성 트레이스를 나누고 밀접 패키징할 2D 배열을 구비하는 근접 센서를 허용하도록 배치된다. 도 6은 모든 근접 센서의 노드(46)가 전원(34)에 함께 접속되고 연결되는 그와 같은 시스템의 예를 나타낸다. 모든 근접 센서의 출력 노드(45)는 단일 적분 커패시터(37), 단일 단락 트랜지스터(36) 및 단일 전압대 전압 증폭기(35)에 함께 접속되고 연결된다. 상기 수행에 있어서, 단일 근접 센서(47)는 논리 1 신호를 먼저 입력 게이트(43)에 인가하고 그 후 출력 게이트에 인가함으로써 동시에 가능하게 된다. 단일 근접 센서(47)의 게이팅은 한번에 하나씩 입력 게이트 제어기(50) 및 출력 게이트 제어기(51)에 의해 행해진다. 예를 들어 하부 우측 코너에서 근접 센서(47)를 가능하게 하기 위하여 입력 게이트 제어기(50)는 전도성 트레이스(43a)상에 논리 1 펄스를 출력한다. 그 후 출력 게이트 제어기(51)에 의해 발생된 전도성 트레이스(44h)상에 논리 1 펄스가 이어진다. 도 4B에 도시된 바와 같은 펄스의 반복으로 적분 커패시터(37)상에 축적되는 전하와 증폭기(58)의 출력에서 나타나는 대응 전압의 원인이 된다. 근접 센서(47)의 전체 배열은 동시에 단일 센서를 가능하게 하고 그 출력을 기록함으로써 스캔된다.

도 7A는 근접 센서 출력을 컴퓨터에 의해 처리하는데 적합한 디지털 코드로 변환하기에 유용한 전형적인 회로이다. 근접 센서 출력(58)은 가까이에서 터치 장치(예를 들어 도 2에서 부호 38)가 없을지라도 0은 아니다. 이러한 0이 아닌 신호는 근접 센서의 공통 노드(48)에 존재하는 기생 또는 스트레이 용량에 기인하며 상대적으로 일정값을 갖는다. 센서 출력(58)을 디지털 코드로 변환하기 전에 0이 아닌 배경신호를 제거하는 것이 바람직하다. 배경 신호(68)의 저장된 기록을 센서 출력(58)으로부터 공제하도록 차동 증폭기(64)를 사용함으로써 수행된다. 이러한 차동신호(65)는 K비트 코드(66)를 발생하는

ADC(아날로그대 디지털 변환기,60)에 의해 디지털 코드로 변환된다. 저장된 배경 신호는 먼저 근처의 터치 장치를 가지지 않는 근접 센서(47)(도6)의 배열을 샘플링하고 메모리 장치(63)에서 각 근접 센서(47)를 위해 특정된 디지털 코드를 저장함으로써 기록된다.각 근접 센서의 배경신호에 대응하는 특정 코드는 M비트 어드레스 출력(70)에 의해 메모리 장치(63)로 선택되며 DAC(디지털 대 아날로그 변환기,61)에 인가된다.

도6에 도시한 근접 센서(47)의 2D 배열은 전체 배열이 스캔되는 속도를 향상시키기 위해 그룹으로 접속된다. 이는 그룹이 근접 센서의 컬럼으로 배치된 도8에 나타나 있다. 이러한 접근에서 근접 센서의 입력 노드는 도6에서와 같이 전원(34)에 함께 접속 및 연결된다. 출력 게이트(44)도 동일 방식으로 접속된다.그러나 입력 게이트(43)는 모두 함께 접속되며 출력 노드(45)는 단지 열내의 근접 센서(47)에 그리고 전용 전압 증폭기(35)에 접속된다. 이러한 접속법으로 컬럼내의 모든 근접 센서는 동시에 가능하게 되어 팩트 N에 의해 어레이를 스캔하게되는 시간을 감축하게 된다. 여기서 N은 그룹내의 근접 센서의 수이다. 출력(58a-h)은 도7A에 도시된 바와같이 전용 컨버터 회로에 접속되거나 대안으로 각 출력(58a-h)은 도7B에 도시된 회로를 사용하여 동시에 하나씩 변환된다. 도면에서 각 그룹(58a-h)으로부터 출력 신호는 멀티플렉서(62)에 의해 한번에 하나씩 선택되며 차동 증폭기(64)의 양의 입력부에 인가된다. 이러한 접근으로 ADC(60)변환 시간이 센서 가능 시간보다 훨씬 빠르다고 가정하면 센서 배열 스캐닝에서 제시된 속도 상승을 제공한다.

도9는 근접 센서의 출력 게이트(44)의 제어에 유용한 전형적인 회로이다. 이는 3개의 입력 신호(75, 76, 78)와 2개의 출력 신호(44, 77)로 구성된다. 출력 게이트 신호(44)는 AND 게이트(79)에 대한 양쪽 입력이 논리 1 일 때 논리1이다. AND 입력 신호(77)는 입력 신호(78)가 논리0으로부터 논리1로 전이될 때 입력 신호(76)가 논리 1이라면 논리 1이되며 그렇지 않다면 논리 0으로 남는다. 이 회로(81)의 전형 배열은 도8에 도시된 바와 같이 동시에 근접 센서의 단일 그룹의 출력 게이트를 가능하게 하도록 엔드 대 엔드(end-to-end) 접속된다.

도10은 멀티터치 표면을 접촉하는 비 전도성 터치 물체(예를 들어 글로브 핑거)에 의해 가압 여기되어 시스템이 감지되는 멀티터치 표면(89)을 위한 커버를 나타낸다. 커버는 절연 가능한 절연체 터치층(85), 변형 가능한 전도성 층(86) 및 가요성 절연체층(87)을 구비한다. 터치 표면(85)은 특정 적용에 적합하게 인쇄된 심볼 세트를 가질 수 있으며 이는 제거될 수 있으며 다른 심볼 세트를 가지는 것으로 서로 대체될 수 있다. 전도성 층(86)은 근접 센서의 전원(34)의 기준 접지에 전기 접속된다. 터치 물체가 상부 표면(85)에 가압될 때 터치 장치하에서의 전도성 표면(86)으로 인해 근접 센서의 감지 전극(33)에 인접 이동된다. 이로 인해 감지전극(33)상에 저장된 전하량이 변화되며 터치 물체의 존재가 검출된다. 저장된 전하량은 터치 물체에 의해 여기된 압력에 의존한다. 압력이 클수록 수직1에 지시된 것과 같이 저장된 전하가 많아진다.

멀티터치 장치상에 연성 터치 표면을 얻기 위해 두껍고 보다 유연한 유전체 커버가 사용될 수 있다. 그러나 유전체 두께가 커지면 감지 전극(33)상의 터치 장치의 효과가 퍼져 공간 해상도가 낮아진다. 연성의 이방성의 도전 재료는 이러한 부정적인 효과에 대항하는데 사용될 수 있으며 또한 연성의 터치 표면을 제공한다. 도 11은 연성의 이방성 도전 재료(90)가 얇은 유전체 커버(85)와 감지 전극(33) 사이에 놓이는 커버를 도시한다. 연성 재료(90)의 도전성이 대부분 수직 방향으로 배향되면, 표면(85)상의 터치 장치에 의해 형성된 영상은 큰 확산 없이 감지 전극(33)으로 이동될 것이며, 이리하여 공간 해상도가 보전되며 연성 터치 표면이 제공된다.

도 12는 터치 장치(33)의 압력 및 근접치를 감지하는 멀티터치 표면의 단면을 나타낸다. 터치층(85)은 터치 장치를 감지 전극(33)에서 분리시키는 얇은 유전체이다. 근접치 감지는 이 표면에 대한 것이다. 전극(33) 및 연관된 스위치 및 도전체는 강성의 금속 베이스(92)에 부착된 연성 재료(89)상에 제조된다. 금속 베이스(92)는 근접 센서의 전원(34)의 기준 접지에 전기적으로 접속된다. 터치 장치가 터치 표면(85)을 누르면, 감지 전극(33)이 즉시 아래로 이동해 강성의 금속 베이스(92)에 더 가까워진다. 이동된 거리는 가해진 압력에 의존하며 그리하여 터치 장치에 의해 발휘된 압력은 상술된 바와 같이 검출될 수 있다.

근접 영상에 나타낼 때 손 접촉점의 통상적인 특징을 설명하기 위해, 도 13 내지 도 15는 평행사변형 형상 전극의 표준 어레이에 의해 포착된 샘플 영상을 포함한다. 플레시(flesh)가 표면에 근접함에 따라 각각의 전극의 차광은 강화된 근접 신호를 나타내기 위해 어두워지며, 손의 압력에 기인하여 표면에 대해 가압되며, 평행사변형을 더욱 완전하게 중첩시킨다. 자필 인식과 같은 소정의 적용이 상기 샘플 영상 내의 전극 크기에 의해 지시되는 것보다 미세한 전극을 요구하기 때문에, 이러한 영상의 분석은 본 발명의 범위를 제한하기 위한 것은 아니라는 것을 주목해야 한다. 하기에는 특정 스캔 사이클 동안 하나의 전극에서 측정된 근접 데이터가 상기 스캔 사이클에서 포착된 근접 영상의 하나의 "픽셀"을 포함하는 것에 대해 설명한다.

도 13은 손가락을 펼친 표면에 대해 펼쳐진 오른손을 도시한다. 최좌측에는 장원형 엄지 손가락(201)이 약 120°를 지시하고 있다. 영상의 상부를 가로지르는 원호 형상으로 배치된 원주형의 희미한 윤곽(blob)은 검지 손가락(202), 중지 손가락(203), 약지 손가락(204) 및 새끼 손가락(205)이다. 근접 손가락 조인트 또는 근접 지골(phalange)(209)로부터의 플레시

는 손가락이 완전히 펼쳐지면 각각의 손가락 끝의 하부에 나타난다. 내부 및 외부 손바닥 말단부(207,206)는 영상의 저부를 가로지르는 한 쌍의 매우 큰 접촉점을 형성한다. 전방 손바닥 피부 경결(213)은 손바닥이 완전히 펼쳐지면 손의 중심에서 나타난다. 상기 영상은 모든 손 접촉점이 대략 타원형이지만, 압력, 크기, 배향, 편심률 및 서로에 대한 간격은 상이하다는 것을 나타낸다. 상기 영상은 모든 손의 부분이 하나의 손의 바닥으로부터 표면에 접촉될 수 있지만, 다수의 경우 상기 부분의 몇몇만이 표면에 접촉할 수도 있으며, 손가락 끝은 손가락이 접혀지며 펼쳐짐에 따라 손바닥에 대해 광범위하게 배회할 수도 있다는 것을 나타낸다.

도 14는 손이 부분적으로 오므려진 다른 극단을 도시한다. 엄지 손가락(201)은 손가락 끝(202 내지 208)을 향해 내전되며 (adducted), 손가락은 접혀지므로, 손가락 끝은 표면에 접선 방향인 대신에 수직 방향으로 하강된다. 손가락 끝 접촉점의 높이 및 강도는 플레시 펄프 패드 보다는 골격 틈이 실제로 표면에 접촉하기 때문에 다소 감소되지만, 손가락 끝의 폭은 변하지 않는다. 인접한 손가락 끝(202 내지 205)과 엄지 손가락(201)은 서로 매우 근접하여 그들 사이의 약간의 근접 골 (valley)(210)에 의해서만 구별될 수 있다. 근접 지골 손가락 조인트는 표면의 상부에 양호하게 매달리며 영상에 나타나지는 않으며, 전방 손바닥 피부 경결도 또한 영상에 나타나지는 않는다. 손바닥 말단부(206,207)는 손가락이 접혀질 때 손바닥의 후방만이 표면에 접촉하기 때문에 다소 짧아지지만, 그들 사이의 분리는 변하지 않는다. 근접 영상은 배경 물체에 의해 간섭되지 않는다는 것을 주목해야 한다. 광학 영상와는 달리, 수 밀리미터 내의 도전성 물체만이 나타난다.

도 15는 펜을 파지한 상태의 오른손의 근접 영상을 도시한다. 엄지 손가락 끝(201)과 검지 손가락 끝(202)은 펜을 파지한 것처럼 함께 집혀 있지만, 이 경우 대신에 표면에 접촉되어 있다. 본 경우의 엄지 및 검지 손가락은 도 14에 도시한 것과 실제로 동일하다. 그러나, 중지(203), 약지(204) 및 새끼 손가락(205)은 주먹을 쥐도록 오므려지므로, 손가락의 상부로부터의 손가락 관절이 손가락 끝 대신에 표면에 실제로 접촉된다. 손가락 관절의 오므려짐은 집혀진 엄지(201) 및 집게 손가락 끝의 후방으로 손바닥 말단부(206,207)와 매우 근접하게 관절을 위치시킨다. 손가락 관절은 또한 도 14의 오므려진 손가락 끝 보다 크게 나타나지만, 도 13의 펼쳐진 손가락 끝과 동일한 크기이다. 이러한 크기 및 배치의 차이는 오므려진 손 및 펼쳐진 손의 상태로부터 상기 펜 파지 상태를 구별하도록 펜 파지 검출기(17)에 의해 측정될 수 있다.

도 16은 접촉점 추적 및 식별 모듈(10) 내의 데이터 흐름을 나타낸다. 영상 분할 단계(241)는 가장 최근의 스캔된 근접 영상 데이터(240)를 취하며 이를 도 13의 구별 가능한 손의 부분에 대응하여 전극(242)의 그룹으로 분할한다. 영상의 특정 영역에 적용되는 필터링 및 분할 규칙은 추정된 손의 오프셋 데이터(252)의 피드백에 의해 부분적으로 결정된다. 영상 분할 단계(241)는 위치에 대해 타원을 적합시키며 각각의 그룹 내의 전극의 근접 측정에 의해 특성화되는 한 세트의 전극 그룹 데이터 구조(242)를 출력한다.

경로 추적 단계(245)는 특성화된 전극 그룹(242)을 이전의 영상로부터 추출된 예상되는 연속의 접촉점 경로 데이터 구조(243)와 결합시킨다. 이러한 경로 추적은 근접 영상을 가로지르는 접촉점 표시의 연속성을 보장한다. 이는 개별의 손 접촉점의 속도를 측정하며 손의 부분이 표면으로부터 리프트오프되어 다음의 영상로부터 사라질 때를 결정한다. 경로 추적 단계(245)는 현재 그룹(242)으로부터의 파라미터로부터의 접촉점의 경로 위치, 속도 및, 기하학적 특징을 업데이트시키며, 접촉점 식별 단계(247,248)로 이송시킨다. 표시를 위해, 그룹 및 식별되지 않은 경로는 각각  $G_i$  및  $P_i$ 의 형태로 칭하는 데이터 구조에 의해 언급되며, 여기서 지수  $i$ 는 널(null) 그룹( $G_0$ ) 및 널 경로( $P_0$ )을 제외한 임의의 값이다. 특정 그룹 및 경로 파라미터는 상기 구조명에 첨자를 붙여 나타내며, 영상 스캔 사이클은 대괄호 내의 지수로 나타내는데, 예를 들면  $P_{2x}[n]$  은 현재 근접 영상의 경로( $P_2$ )의 수평 위치를 나타내며,  $P_{2x}[n-1]$ 은 이전의 근접 영상의 위치를 나타낸다. 접촉점 식별 수단은 손 식별 단계(247), 손 내부의(within-hand) 손가락 및 손바닥 식별 단계(248)로 단계적으로 분리된다. 각각의 접촉점을 위한 손의 식별에서, 손가락 및 손바닥 식별 단계(248)는 각각의 표면 접촉을 발생시키는 손의 부분을 식별하기 위해 조합의 최적화 및 퍼지 패턴 인식 기술을 사용한다. 추정 손의 오프셋의 피드백은 전체의 손의 구조가 명백하지 않은 영상에서 접점이 거의 나타나지 않을 때 손의 접촉점의 식별을 보조한다.

손 식별 단계(247)는 손 내부의 손 식별과 가장 생화학적으로 일치하는 결과를 초래하는 표면 접촉점에 대한 왼손 또는 오른손 식별의 할당을 찾아내기 위해 개별의 조합의 최적화 알고리즘을 사용한다. 이는 또한 주로 손 내부의 손가락이 표면으로부터 리프트오프된 후 최후 측정된 손 위치를 일시적으로 저장하기 위해, 추정 손 및 손가락 오프셋(252)의 피드백을 수용한다. 다음, 손가락이 동일한 영역으로 곧 후퇴되어 접촉하면, 손가락은 그의 이전의 손 식별을 수용할 것이다.

식별 단계(247,248)의 출력은 0이 아닌 손 및 손가락 지수가 부착된 한 세트의 접촉 경로이다. 표시를 위해, 식별된 경로는 식별되지 않거나 널 손가락에 대해  $F_0$ 로, 엄지 손가락(201)에 대해  $F_1$ 으로, 검지 손가락(202)에 대해  $F_2$ 로, 중지 손가락(203)에 대해  $F_3$ 로, 약지 손가락(204)에 대해  $F_4$ 로, 새끼 손가락(205)에 대해  $F_5$ 로, 외부 손바닥 말단부(206)에 대해  $F_6$ 로, 내부 손바닥 말단부(207)에 대해  $F_7$ 으로, 전방 손바닥 피부 경결(208)에 대해  $F_8$ 으로서 언급될 것이다. 특정 손 식별

을 나타내기 위해, 상기 표시는 왼손에 대해 L을 오른손에 대해 R을 접미사로 붙일 수 있는데, 예를 들면 RF2는 오른손 검지 손가락 경로를 나타낸다. 특정 손을 전체적으로 언급할 때, LH는 왼손을, RH는 오른손을 나타낸다. 실제 알고리즘에서, 왼손 식별은 -1로, 오른손 식별은 +1로 나타내므로, 대칭의 수직축을 가로지르는 손의 측정을 반전시키는데 용이하다.

각각의 비트가 특정 손가락의 터치다운, 연속 접촉, 또는 리프트오프를 나타내기 위한 한 세트의 비트 필드 데이터 레지스터가 각각의 손을 위해 유지되는 것이 또한 적합하다. 각각의 비트 필드 내의 비트 위치는 상술한 손의 부분 지수에 대응한다. 이러한 레지스터는 특정 손가락의 집합이 터치다운되었는지를 결정하기 위해 비트 마스크로 즉시 시험될 수 있다. 선택적으로, 이는 특정 손가락 코드(손가락의 조합)에 관련되는 입력 행위를 찾기 위해 조사 테이블로 이송될 수 있다. 이러한 손가락 식별 비트 필드는 동기 검출기(14) 및 코드 모션 인식기(18)에 의해 주로 요구된다.

추적 및 식별 종속 시스템 내의 최종 단계는 손 위치 추정기(251)이며, 이는 상술한 바와 같이 식별 및 분할 단계에 바이어싱 피드백을 제공한다. 손 위치 추정기는 손이 접촉 없이 표면의 상부에 떠 있을 때를 포함하는 모든 조건 하에 측방향 손의 위치의 추측(252)을 제공한다. 이 경우, 추정은 손이 재차 터치다운되는 상태의 최상의 추측을 나타낸다. 손의 부분이 표면에 접촉될 때, 다소 신뢰 있는 식별로부터 형성된 과거의 추정으로 현재 식별된 손의 부분의 현재 위치 측정을 조합한다.

손의 위치 측정을 얻기 위한 가장 단순하지만 열악한 방법은 식별 없이 모든 손의 접촉점의 위치를 평균화하는 것이다. 손의 부분(201 내지 207)이 도 13에서와 같이 표면에 모두 접촉하면, 최종 무게 중심은 손가락 및 손바닥 말단부가 통상 손바닥의 중심 주위에 링을 형성하기 때문에 손바닥의 중심 하부의 소정의 위치에 위치된 일정한 추정을 형성한다. 그러나, 하나의 손 접촉점만이 평균을 위해 사용될 때도 있음을 주목하라. 상기 추정은 손의 중심이 상기 하나의 접촉점의 위치에 있다고 가정하지만, 접촉점이 우측 엄지 손가락으로부터이면, 손의 중심은 실제로 우측으로 4 내지 8cm이며, 접촉점이 손바닥 말단부로부터이면, 손의 중심은 실제로 4 내지 6cm 높으며, 하나의 접촉점이 중지 손가락으로부터이면, 손의 중심은 실제로 4 내지 6cm 낮다.

도 17은 손의 위치 추정기(251) 내의 상세한 단계를 도시한다. 상기 단계는 각각의 손에 개별적으로 반복되어야 한다. 적합한 실시예에서, 상기 단계는 손의 부분 식별(i)을 사용하여, 각각의 접촉점에 대해 측정된 접촉 위치( $Fi_x[n], Fi_y[n]$ )와 특정 손가락 또는 손바닥 말단부( $Fi_{defx}, Fi_{defy}$ ) 사이의 오프셋을 계산하기 위해(단계 254) 손의 내부 접촉 식별(250)을 사용한다. 적합하게는, 키보드의 홈 열 상에 놓여짐에 따라, 손이 손가락이 부분적으로 오므려진 중립 자세에 있을 때, 디폴트 위치는 손가락 및 손의 위치에 대응한다. 단계 255는 측정된 손의 오프셋( $H_{max}[n], H_{may}[n]$ )을 얻기 위해 개별의 접촉점 오프셋을 평균한다.

$$H_{max}[n] = \frac{\sum_{i=1}^{i=7} Fi_{mow}[n](Fi_x[n] - Fi_{defx})}{\sum_{i=1}^{i=7} Fi_{mow}[n]} \quad (3)$$

$$H_{may}[n] = \frac{\sum_{i=1}^{i=7} Fi_{mow}[n](Fi_y[n] - Fi_{defy})}{\sum_{i=1}^{i=7} Fi_{mow}[n]} \quad (4)$$

적합하게는, 각각의 손가락 및 손바닥 말단부의 가중치  $Fi_{mow}[n]$ 은 그의 측정된 총 근접치에 대략 일치한다, 즉  $Fi_{mow}[n] \approx Fi[n]$ . 이는 근접치가 0인 리프트된 핑거가 평균에 영향을 미치지 않으며, 측정된 위치 및 식별이 거의 정확하지 않은 통상의 근접치 보다 낮은 접촉점이 낮은 영향을 미치는 것을 보장한다. 더욱이, 손바닥 말단부가 접촉되면, 그의 큰 총 근접치는 평균 보다 높다. 이는 매우 오므려진 손가락에 비교되는 손의 중심에 대해 고정되는 손바닥 말단부가 전체 손의 위치의 보다 신뢰 있는 표시를 제공하기 때문에 장점이 있다. 핸드가 표면과 접촉하지 않는 경우, 즉 모든 근접부가 영인 경우에, 측정된 오프셋은 영으로 설정된다. 이는 필터 처리된 핸드의 위치 추정치가 기본 설정치의 손 위치를 향해서 감소하게 된다.

접촉부의 확인이 정확한 이상, 상기 손 위치 측정 방법은 핸드의 중심으로부터 기인하는 독립적인 접촉부를 상정함으로써 초래되는 대규모의 오차를 제거할 수 있게 된다. 기본 설정 위치로부터의 핑거를 굽히는 것은 몇 센티미터 이상으로 측정된 중심을 교란시키지 않게 된다. 그러나, 이와 같은 설계는 접촉부의 오확인에 대해서 영향을 받기 쉬우며, 상기 오확인은

하나의 손 부분만이 접촉하고 있는 경우에 중심의 측정 오차가 8 cm까지 초래될 수도 있게 된다. 따라서, 현재 측정된 오프셋을 직접적으로 사용하지 않고, 단순 일차 자동 회귀 필터를 사용하여 이전의 오프셋 추정치( $H_{cox}[n-1]$ ,  $H_{eoy}[n-1]$ )와 함께 평균하여, 현재의 오프셋 추정치( $H_{eox}[n]$ ,  $H_{eoy}[n]$ )를 형성한다.

단계(256)는 현재의 접촉부의 확인을 확신함에 의거하여 필터 폴( $H_{oa}[n]$ )을 조정한다. 핸드의 더 많은 부분이 표면과 접촉하게 됨에 따라서 핑거의 확인이 신뢰도를 누적하게 되므로, 하나의 단순한 확인의 확인은 핸드 표면이 최종에 이탈하게 되므로 핸드로부터 접촉하게 되는 핑거의 숫자가 된다. 많은 전체 근접부와와의 접촉 또한 확인의 신뢰도를 향상시키게 되는데, 이들이 크기와 방향과 같은 강력하게 명확하게 한다는 특징을 가지고 있기 때문이다. 따라서,  $H_{oa}[n]$ 은 최대 핑거 숫자에 핸드에 대한 접촉 근접부의 합계와 합한 것에 대략 비례적으로 설정된다.  $H_{oa}[n]$ 은 0과 1 사이로 정규화되거나 필터가 불안정해지거나 하게 된다. 그러므로, 접촉 확인에서의 확인의 값이 높은, 즉 핸드의 많은 부분이 표면과 확실하게 접촉하는 경우에, 자동 회귀 필터는 현재의 오프셋 추정치에 유리하게 된다. 그러나, 핸드가 들어 올려졌기 때문에, 단지 하나 또는 두 개의 접촉부가 다시 나타난 경우에, 필터는 더욱 신뢰도가 높은 확인에 기초하였을 것이라는 기대로 이전의 오프셋 추정치를 강조하게 된다.

또한, 필터 처리된 오프셋은 핸드 위치에 대해서 보수적인 추정치를 유지해야만 하며, 한편으로 핸드 표면이 다시 아래로 접촉하게 됨에 따라서 최적의 분할 및 확인에 대해서 표면 위로 부유하게 된다. 핸드 표면이 복잡한 행동을 계속하는 도중에 표면에서 들어올려지고, 다시 한번 더 아래로 신속하게 접촉해야 하는 경우에는, 들어 올려진 곳에서 근접하여 접촉하게 될 것이다. 그러나, 계속되는 행동이 종료되는 경우에, 핸드 표면은 궁극적으로 중립적인 자세, 또는 기본 설정 위치로 되돌아가서 휴식하게 될 것이다. 따라서, 핸드 표면과 접촉하지 않는 경우에,  $H_{oa}[n]$ 은 충분히 작게 되어 추정된 오프셋은 점차적으로, 핸드 표면이 천천히 그 기본 설정 위치로 되돌아가는 것과 마찬가지로 동일한 비율 정도로 0으로 감소하게 된다.

$H_{oa}[n]$ 이 낮은 확인의 확인에 따라서 작아지는 경우에, 필터의 추적 지연은 충분히 커져서 신속하게 이동하는 한 쌍의 핑거가 몇 센티미터 만큼 지연시키게 된다. 필터의 용도는 접촉 이동을 유연하게 하는 것이 아니라, 접촉 확인에 있어서 의심스러운 변화에 대해서 천천히 반응하기 위한 것이다. 이 이동 추적 지연은 종전의 오프셋 추정치에 대한 영상 사이에 측정된 접촉 이동을 함함으로써 안전하게 제거할 수 있다. 단계(257)는 현재의 접촉 속도의 평균값( $H_{mvx}[n]$ ,  $H_{mvy}[n]$ )으로부터 이동을 얻게 된다.

$$H_{mvx}[n] = \frac{\sum_{i=1}^{i=7} Fi_{mow}[n] Fi_{vx}[n]}{\sum_{i=1}^{i=7} Fi_{mow}[n]} \quad (5)$$

$$H_{mvy}[n] = \frac{\sum_{i=1}^{i=7} Fi_{mow}[n] Fi_{vy}[n]}{\sum_{i=1}^{i=7} Fi_{mow}[n]} \quad (6)$$

현재의 접촉 속도( $Fi_{vx}[n]$ ,  $Fi_{vy}[n]$ )는, 핑거 확인과는 무관하게 측정되는 경로 추적 단계(245)로부터 읽혀진다. 단계(258)는 완전한 필터 수식을 사용하여 추정된 손 오프셋( $H_{cox}[n]$ ,  $H_{coy}[n]$ )을 갱신하게 된다.

$$H_{eox}[n] = H_{ox}[n] H_{max}[n] + (1 - H_{ox}[n]) (H_{eox}[n-1] + H_{mvx}[n] \Delta t) \quad (7)$$

$$H_{eoy}[n] = H_{oy}[n] H_{moy}[n] + (1 - H_{oy}[n]) (H_{eoy}[n-1] + H_{mvy}[n] \Delta t) \quad (8)$$

마지막으로, 특정한 핑거 위치에 대한 유사하게 보수적인 추정값을 제공하게 위해서, 단계(259)는 확인된 접촉 및 이에 대응하는 추정된 핸드 오프셋 보다는 적은 기본 설정치의 핑거 위치 사이의 거리로부터 개별적인 핑거 오프셋( $Fi_{eox}[n]$ ,  $Fi_{eoy}[n]$ )을 계산하게 된다. 각각의 확인 가능한 접촉(i)에 대해서, 오프셋은 다음과 같이 계산된다.

$$Fi_{eox}[n]=H_{oa}[n](H_{max}[n]-H_{eox}[n]+Fi_x[n]-Fi_{defx})+(1-H_{oa}[n])(Fi_{eox}[n-1]+Fi_{vx}[n]\Delta t) \quad (9)$$

$$Fi_{eoy}[n]=H_{oa}[n](H_{moy}[n]-H_{eoy}[n]+Fi_y[n]-Fi_{defy})+(1-H_{oa}[n])(Fi_{eoy}[n-1]+Fi_{vy}[n]\Delta t) \quad (10)$$

상술한 핑거 오프셋은 핑거의 중립 자세로부터의 휘어짐과 신장의 편차를 반영하고 있다. 사용자가 핑거를 극단적인 구성, 예를 들면 손을 평평한 구조로 하는 경우에, 이들 핑거의 오프셋의 전체적인 강도는 표준적인 어른과 비교하였을 때의 사용자의 핸드의 크기 및 핑거 길이에 대한 표시로 사용할 수 있게 된다.

각각의 손 및 손가락에 대한 파라미터( $H_{eox}[n]$ ,  $H_{eoy}[n]$ ,  $Fi_{eox}[n]$ ,  $Fi_{eoy}[n]$ )는 손 및 핑거의 오프셋 데이터(252)에 대한 추정값을 구성하게 되며, 이는 다음의 근접한 영상을 분석하는 중에 분할 및 확인 단계로 공급된다. 다른 단계에서 절대 좌표값에 대한 추정치가 필요한 경우에는, 단순히 공급된 오프셋을 기본 설정치의 핑거 위치에 더하기만 하면 되지만(단계 (260)), 많은 경우에 상대적인 오프셋 표기법이 실제적으로는 더 편리하다.

본 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게는, 본원 발명의 범위 내로 충분히 유지되는 상술한 손 위치 추정 단계, 특히 (들어) 올려진 핸드의 위치를 추정하는 방법에 대해서 다양한 개선을 가할 수 있는 것은 명백하다. 하나의 개선으로는 핸드가 들어 올려졌을 때, 지수적으로 감소시키는 것이 아니라, 일정한 속도로 영을 향해서 추정된 손 오프셋을 감소시키는 것이다. 또한, 각각의 핸드에 대한 오프셋 계산은 지금까지 설명한 바와 같이 독립적이다. 추정된 왼손의 위치와 추정된 오른손의 위치 사이에서의 수평 방향으로의 최소 분리를 형성하는 것이 실제적으로 유리하므로, 오른손과 같은 하나의 핸드가 보드의 다른쪽 측면으로 미끄러지면서 다른쪽 핸드가 들어 올려진 경우에, 다른쪽 핸드의 추정된 위치가 변위되게 된다. 이와 같은 경우에, 들어 올려진 왼손의 추정된 위치는 표면의 기본 설정 위치로부터 멀리 왼쪽으로 밀려나게 되며, 어쩌면 완전하게 표면을 벗어날 수도 있다. 오른손이 들어 올려지고, 왼쪽이 그렇지 않은 경우라면, 다음과 같은 수식을 사용하여 오른손의 추정된 위치를 이탈시키도록 할 수도 있다.

$$Rh_{eox}[n]:= \min(RH_{eox}[n], (LF1_{defx} - RF1_{defx}) + Lh_{eox}[n] + \min\_hand\_sep) \quad (11)$$

여기에서,  $LF1_{defx} - RF1_{defx}$ 는 왼쪽과 오른쪽의 엄지 손가락 사이의 기본 설정치의 분리이고,  $\min\_hand\_sep$ 은 형성되는 수평 방향으로의 최소 분리이며,  $LH_{eox}[n]$ 은 왼손의 현재 추정된 오프셋을 가리킨다.

도 18은 근접부 영상 분할 단계(241)에서의 데이터 흐름을 도시하고 있다. 단계(262)는 이차원 확산 연산자 또는 가우시안 커널과 겹쳐서 통과시켜서 현재의 근접부 영상(240)의 공간적으로 매끈한 복사본(263)을 형성하게 된다. 단계(264)는 필터 처리된 근접부가 의미있는 한계값을 초과하고, 가장 가까운 이웃의 픽셀에 대한 필터 처리된 근접부를 초과하는 국소 최대 픽셀(265)에 대해서 매끈한 영상(263)를 검색하게 된다. 매끈하게 하기(smoothing)는 단일 전극 상의 개별적인 잡음의 침투값이 상기 의미있는 한계값을 초과하는 국소 최대값으로 귀착되는 기회를 감소시키며, 분리 가능한 육체적인 접촉에 대해서 국소 최대값들을 대략 1 정도로 유지하게 된다.

이후 프로세스(268)는 에지와 접촉을 위해 각각의 로컬 최대한도로부터 외향 서치함으로써 일군의 전극 또는 픽셀을 구성한다. 접촉 경계에 도달하기 전에 만나게 되는 각각의 전극이 로컬 최대 그룹에 추가된다. 도 19는 예시 접촉 경계(274)에 대한 기본 경계 전극 서치 패턴을 도시한다. 이 도면에서는 각 화살표의 선단에 전극 또는 영상 픽셀이 위치한다. 상기 서치는 로컬 최대 픽셀(276)에서 시작되고, 경계(274)가 검출될 때까지 좌측 픽셀(277)로 나아간다. 경계(278) 이전의 마지막 픽셀이 에지 픽셀로서 마킹되고, 서치는 로컬 최대 픽셀(276)의 우측(279)으로 위치한다. 일단 로컬 최대 로우의 좌측 및 우측 에지가 발견되면, 서치는 상기 로우로 위 아래로 순환하여, 항상 최대 근접성을 갖는 이전 로우에서의 픽셀 칼럼내에서 시작(281)한다. 예에 나타나 있듯이, 얻어지는 픽셀 또는 전극 세트들은 수학적 센스로 연결되지만, 장방형일 필요는 없다. 이로 인해 그룹은 전극을 아웃시키지 않고 또한 이들을 인접하는 점점으로부터 포함하지 않고서 통상적인 타원형의 플래쉬 점점과 밀착하여 끼워질 수 있다.

점점들이 작고 항상 양호하게 분리된다면, 에지들은 근접 관독이 배경 레벨에 떨어지는 곳이면 어디든지 간단하게 생성될 수 있다. 그러나 때로는 약간의 벨리 또는 얇은 새들 포인트(210)에 의해 손가락끝이 분리된다. 인접하는 손가락끝을 세그먼트화 시키기 위해 이들 벨리의 부분적 최소한도를 검출하여 그룹 경계로 사용하여야 한다. 한편, 커다란 팜 힐 콘택트들은 점점을 가로질러 플래쉬 근접성에서의 미이러한 불균일성으로 인해 부분적인 최소한도를 나타낼수도 있다. 접촉하의

모든 전극들이 단일 그룹으로 제어되어야 한다면, 그러한 부분적 최소한도는 무시되어야 한다. 손 포지션이 측정된다면 분할 시스템은, 손가락끝과 엄지손가락이 나타날 것으로 기대되는 영상 영역에서 엄격한 에지 검출 규칙을 적용할 수 있지만 손바닥이 나타날 것으로 기대되는 영상 영역에서는 부주의한 에지 검출 규칙을 적용할 수 있다. 이로 인해 인접하는 손가락끝은 확실히 단일 그룹으로 조인되지 않고 각각의 손바닥 힐은 여러 그룹으로 파괴된다.

도 18의 단계 266은 이전 영상의 분석으로부터 유도되는 손 위치 평가(252)를 이용하여 이들 분할 영역의 위치를 형성한다. 도 20a는 손이 그 디폴트 위치(252)에 있는 동안 엄격하고 느슨한 분할 영역의 정도를 도시하며, 양 손에 대해 측정된 오프셋을 영으로 만든다. 도면(252)에서의 플러스 사인은 각 손에서의 각 핑거와 팜 힐의 측정 위치를 나타낸다. 하부 코너에서의 장방형 아웃 라인은 좌측(284) 및 우측(286)의 느슨한 분할 영역을 나타내며, 여기서 부분적 최소한도는 대체로 무시된다. 나머지 T형상 영역은 엄격한 분할 영역(282)이며, 여기서 근접 새들 포인트는 접촉 경계로서 작용해야 한다. 양호한 실시예로서 느슨한 영역은 장방형이며, 그 내부 경계(285)는 인덱스 핑거(202)가 놓일 것으로 기대되는 칼럼의 바로 안에 배치되고, 상부 경계(287)는 그 각각의 엄지 손가락(201)의 측정 수직 레벨에 배치된다. 느슨한 영역의 외부 및 하부 경계는 표면의 외부 에지에 의해 결정된다. 손이 표면을 떠난 후 측정된 손 오프셋에서의 붕괴로 인해, 느슨한 분할 영역은 리프트오프시의 손 위치와 무관하게 손이 수초간 표면을 떠난 후에 도시된 위치로 복귀된다. 도 20b는 오른손이 상부 좌측으로 이동하고 왼손이 하부 좌측으로 이동함에 따라 느슨한 영역이 측정된 손 위치(252)를 어떻게 추종하는 지를 도시한다. 이로 인해 손 위치 측정이 정확하다면 손바닥이 느슨한 영역에 위치하는 것을 보장한다.

도 20c는 왼손이 표면을 떠나 들어올러지고 오른손이 표면의 좌측으로 미끄러질 때 표면을 완전히 떠나도록 이동한다. 이로 인해 한손의 손가락들이 반대쪽 손의 느슨한 분할 영역으로 들어가는 것이 방지된다. 이 효과는 느슨한 영역이 서로 너무 밀접해진다면 이들 영역 사이에서의 최소 수평 분리를 부과하고, 최대 표면 접촉을 갖는 손을 보다 적은 접촉을 갖는 손의 측정 위치 위에 배치함으로써 수행된다. 도 21은 전극이 엄격한 또는 느슨한 분할 영역에 있는지에 따라 각각의 서치된 전극에 가해지는 에지 테스트의 플로우 차트를 도시한다. 결정 다이아몬드(290)는 전극의 스무스하지 않은 근접성이 배경 근접성 레벨보다 크지를 체크한다. 그렇지 않다면 전극은 분할 영역이나 서치 방향과 무관하게 단계(304)에서의 에지 전극의 레벨이 부착되고 단계(305)에서 서치는 다른 방향으로 순환하도록 로우 max로 return한다. 스무스하지 않은 근접성이 중요하다면 결정 다이아몬드(292)가 서치 전극이 느슨한 영역 또는 엄격한 영역에 있는지 결정하는 것에 따라 이웃하는 전극의 스무스한 근접성에 적용된다.

엄격한 영역 서치가 로우내에서 수평으로 전진되면, 결정 다이아몬드(306)는 전극이 그 최근 이웃 전극에 대해 수평 또는 대각선 부분 최소한도에 놓여있는지를 테스트하는 결정 다이아몬드(308)로 통과한다. 그렇다면, 인접하는 손가락 사이의 근접 벨리가 아마도 검출될 것이며 전극은 에지(314)가 라벨링되고, 서치는 다른 방향(305)으로 이루어진다. 그렇지 않다면, 서치는 로우(302)에서 다음 전극에 대해 계속되어진다. 엄격한 영역 서치가 다음 로우로 수직 전진되면, 결정 다이아몬드(306)는 전극이 그 최근 이웃 전극의 스무스한 근접성에 대해 수직 부분 최소한도에 놓여있는지를 테스트하는 결정 다이아몬드(310)로 통과한다. 그렇다면, 손가락과 엄지 사이의 근접 벨리가 아마도 측정될 것이고, 전극은 에지(312)로 라벨링되며 서치는 다른 방향(305)으로 이루어진다. 그렇지 않다면, 서치는 다음 로우(302)로 계속되어진다. 결정 다이아몬드(294)가 느슨한 영역 서치가 로우내서 수평으로 전진되는 것을 결정하면, 내부 및 외부 손바닥 힐 사이의 주금 또는 근접 벨리를 체크하기 위해 가장 엄격한 수평 최소 테스트가 이루어진다. 자격을 부여하기 위해, 전극은 결정 다이아몬드(296)에 의해 체크되었듯이, 본래의 로컬 최대한도로부터 대략 2 cm 수평 거리 이상 이격되어 있어야 한다. 또한, 전극은 결정 다이아몬드(298)에 의해 체크되었듯이, 로우에 대해 위 아래로 연장되는 키 큰 벨리 또는 부분 수평 최소한의 부분 및 로우내에서의 다음 최근 이웃이어야 한다. 그러하다면, 전극은 에지(300) 라벨을 부여받고, 서치는 다른 방향(305)으로 순환된다. 느슨한 영역에서의 다른 모든 부분 최소한도는 무시되며, 따라서 배경 레벨 에지가 다가오는 전극에 도달할 때까지 계속된다(302).

느슨한 분할 영역에서는 로컬 최대한도 사이에서의 부분적 최소한도가 경계로서 작용하지 못하므로 그룹들이 현저하게 중복될 수 있다. 통상적으로 이것이 일어날 때마다 중복 그룹은 스무스화 이후라도 다중 로컬 최대한도를 갖는 손바닥과 같은 넓고 통통한 접촉 부분이다. 두 그룹은 한 그룹의 서치 근본 로컬 최대한도 전극이 역시 다른 그룹의 요소이면 중복되는 것으로 정의된다. 시스템의 나머지에 대해 식별할 수 있는 통통한 접점마다 단 하나의 그룹을 제공하기 위하여, 도 18의 단계 270은 중복되는 그룹들을 파라미터 추출 이전에 단일의 수퍼 그룹으로 조합한다. 당업자라면 이전 영상의 하이 레벨 분석으로부터의 피드백이 분할 공정을 개선시키기 위한 다양한 대체 방안으로서 적용될 수 있고 본 발명의 범주에 포함될 수 있음을 이해 할 것이다. 예를 들어, 느슨한 분할 영역에서의 추가적인 영상 스무스화는 각각의 손바닥 힐 접점을 엄격한 분할 영역 경계 테스트를 통과하게 될 하나의 로컬 최대한도로 통합할 수 있다. 그러나 이러한 접근에는 주의가 요망되는데 그 이유는 너무 많은 스무스화가 복수의 핑거 쌍을 초래하여 이것이 하나의 그룹으로 통합될 느슨한 손바닥 영역들로 진입하기 때문이다. 일단 손가락 쌍이 통합되면, 핑거 확인 공정(248)은 핑거 팀이 실제로 단일의 손바닥 힐인지를 확인할 필요가 없고, 따라서 핑거 확인 공정은 손 위치 측정을 수정할 수 없고, 또한 추가 영상의 적절한 분할을 위해 느슨한 영역을 조절할 수 없을 것이다.

핸드 포지션 평가보다 상세한 피트백 형태가 이용될 수도 있다. 예를 들어, 근접 지골(209; 도 13에 도시: proximal phalanges)은 실질적으로 손가락의 일부이지만, 버티컬 미니멈 테스트(310)에 의해 손가락 끝보다 개별 그룹으로 체절화 되는 경향이 있다. 버티컬 미니멈 테스트는 도 14에 부분적으로 도시되는 집게손가락 그룹과 도 15의 펜 그림 손 구성으로부터 엄지손가락을 구분할 필요가 있다. 그러나, 펼쳐진 손가락의 근접 지골은 다른 긴 손가락을 펼치지 않고 하나의 긴 손가락을 펼치는 것이 어렵다는 사실에 의해 구부러진 손가락 끝 뒤의 엄지손가락으로부터 구별될 수 있다. 이러한 곤란함에 의한 이점을 취하기 위해, 펼쳐진 손가락 플래그(267)는 집게손가락에서 새끼손가락까지의 두 개 이상의 접촉부가 손가락 끝이 펼쳐진 것을 신뢰도 있게 지시하는 정상보다 클 때마다 설정된다. 결정 다이아몬드(310)는 개시 국부 미니멈(276) 아래의 열을 조사하는 중에 만나게 되는 제 1 버티컬 미니멈을 무시하도록 현재의 영상을 처리하는 중에 변형된다. 이는 근접 지골이 손가락 끝 그룹에 포함되도록 하지만 손가락 끝 그룹이 엄지손가락 또는 손바닥과 만나는 것을 방지한다. 체절 구성 공정의 마지막 단계(272)는 각각의 전극 그룹으로부터 형상, 크기, 및 위치 팩터를 추출한다. 그룹 위치는 손의 접촉 위치를 반영하고, 손가락 속도를 결정하는데 필요하다. 전체 그룹의 근접도, 편심율, 및 방위는 손가락, 손바닥, 및 엄지손가락 접촉부를 구별하도록 보다 높은 레벨의 모듈에 의해 사용된다.

제안된  $G_E$ 는 G그룹에서의 전극 세트이고,  $e_z$ 는 전극 또는 픽셀(e)의 매끄럽지 않은 근접도이고,  $e_x$  및  $e_y$ 는 그룹 위치의 기본 지시부를 제공하기 위해 센티미터로 표시되는 전극 중심 표면상의 좌표이고, 근접도 무게중심 즉, 도심은 상기 그룹의 전극의 위치 및 근접도로부터 계산된다:

$$G_z = \sum_{e \in G_E} e_z \quad (12)$$

$$G_x = \sum_{e \in G_E} \frac{e_z e_x}{G_z} \quad (13)$$

$$G_y = \sum_{e \in G_E} \frac{e_z e_y}{G_z} \quad (14)$$

전체 그룹 근접도( $G_z$ )는 그룹 내의 각각의 픽셀에 걸쳐 근접도를 합치기 때문에, 보다 큰 손은 보다 많은 픽셀을 구비하는 그룹을 야기하는 경향을 가지므로, 손의 크기와 손의 표면에 대한 근접도 또는 표면상의 압력에 의존한다는 점에 주의해야 한다.

대부분의 그룹은 불룩하기 때문에, 그들의 형상은 타원형에 가까워진다. 타원형 맞춤 절차는 2차 모멘트( $G_{xx}$ ,  $G_{xy}$ ,  $G_{yy}$ )의 그룹 공분산 행렬( $G_{cov}$ )의 일회 변형을 필요로 한다:

$$G_{cov} = \begin{bmatrix} G_{xx} & G_{xy} \\ G_{yx} & G_{yy} \end{bmatrix} \quad (15)$$

$$G_{xx} = \sum_{e \in G_E} e_z (G_x - e_x)^2 \quad (16)$$

$$G_{yx} = G_{xy} = \sum_{e \in G_E} e_z (G_x - e_x)(G_y - e_y) \quad (17)$$

$$G_{yy} = \sum_{e \in G_E} e_z (G_y - e_y)^2 \quad (18)$$

공분산 행렬( $G_{cov}$ )의 고유치( $\lambda_0$  및  $\lambda_1$ )는 타원축 길이와 방위( $G_\theta$ )를 결정한다:

$$G_{major} = \sqrt{\lambda_0} \quad (19)$$

$$G_{minor} = \sqrt{\lambda_1} \quad (20)$$

$$G_\theta = \arctan\left(\frac{\lambda_0 - G_{xx}}{G_{xy}}\right) \quad (21)$$

여기서,  $G_\theta$ 는 유일하게 범위(0, 180°) 내로 포장된다.

편의상, 보다 높은 시스템 레벨에서 손바닥으로부터 손가락 끝을 구별하는 동안, 최대 및 최소 축선 길이는 그 비율에 의해 편심율( $G_E$ )로 변환된다:

$$G_E = \frac{G_{major}}{G_{minor}} \quad (22)$$

최대 축선 길이는 최소 축선 길이보다 항상 크거나 같기 때문에, 편심율은 항상 1보다 크거나 같다는 점에 주의해야 한다. 마지막으로, 전체 그룹 근접도는 통상적으로 구부러진 손가락 끝이 1 주위의 전체 근접도를 가지도록 경험적으로 치환된다:

$$G_z = \frac{G_z}{Z_{averageFingertip}} \quad (23)$$

낮은 분해능 전극 어레이에서, 전체 그룹 근접도( $G_z$ )는 맞춰진 타원형 파라미터보다 손가락 압력과 접촉 크기를 신뢰도 있게 지시한다. 그러므로, 근접도 영상은 낮은 분해능을 가지고, 작은 접촉부의 방위 및 편심율은 측정된 값보다는 기본 값으로 설정되고, 전체 그룹 근접도( $G_z$ )는 최대 및 최소 축선 길이 대신 접촉 크기의 주 측정으로서 사용된다.

도 22는 경로 추적 공정의 단계를 도시하고, 상기 공정은 동일한 물리적인 손 접촉부에 대응하는 연속적인 근접도 영상로부터 상기 그룹과 함께 연결된다. 각각의 손 부분이 최종 근접도 영상에 따라 이동되는 위치를 결정하기 위해, 상기 추적 공정은 현재의 그룹이 현재의 접촉 경로와 일치하는지를 결정해야만 한다. 일반적으로, 동일한 접촉부로부터 발생하는 그룹과 경로는 다른 그룹과 경로보다 서로에 근접될 것이다. 또한, 측면 손가락 속도 및 가속도상의 생화학적 제한은 손가락이 영상들 사이에서 어느정도 이동될 수 있는가를 제한한다. 그러므로, 그룹과 경로는 그들이 서로의 추적 반경으로 공지된 거리 내에 있지 않으면 일치되지 않는다. 손가락들 사이의 통상적인 측면 분리는 적당한 영상 스캔 속도에 대한 추적 반경보다 크고, 터치다운과 리프트오프는 터치다운이 통상적으로 새로운 그룹이 현재의 경로의 추적 반경 외측에 나타나도록 하고 리프트오프가 그룹을 추적 반경 내에 남기지 않고 동작 경로를 나간다는 사실에 의해 용이하게 검출될 수 있다. 높은 손가락 속도에서 경로의 부적절한 훼손을 방지하기 위해, 각각의 경로의 추적 반경( $P_{track}$ )은 현재의 속도의 근접도에 따라 이루어질 수 있다.

제 1 단계(320)는 이전 영상로부터 측정되는 경로 위치와 속도를 사용하여 현재의 궤도를 따라 표면 접촉부의 현재 위치를 예견한다. 이전 속도를 상기 위치에 적용함으로써, 예견은 손가락이 갑자기 움직이거나 멈추거나 또는 방향을 바꿀 때를 제외하고는 상기 예견을 향상시킨다. 상기 높은 가속 결과는 0 가속 결과보다 낮은 빈도로 발생하기 때문에, 속도 기본 예견의 이점은 손가락 가속 중의 잠재적으로 나쁜 예견을 능가한다. 레팅(letting:  $P_x[n-1]$ ,  $P_y[n-1]$ )은 시간 단계  $n-1$ 로부터 경로(P)의 위치이고,  $P_{vx}[n-1]$ ,  $P_{vy}[n-1]$ 은 최종 공지 속도이고, 속도-예견 경로 존속은 다음과 같다:

$$P_{predx}[n] = P_x[n-1] + \Delta t P_{vx}[n-1] \quad (24)$$

$$P_{predy}[n] = P_y[n-1] + \Delta t P_{vy}[n-1] \quad (25)$$

이전 영상내의 활성화 경로 세트를 PA로 하고, 현 영상내에 구성된 전극 그룹을 G로 하고, 단계 322에서는 각 그룹(Gk)에 대하여 가장 가까운 활성화 경로를 찾고 그에 대한 거리를 기록한다.

$$Gk_{closestP} = \arg \min_{Pl \in PA} d^2(Gk, Pl) \quad \forall Gk \in G \quad (26)$$

$$Gk_{closestPdist}^2 = \min_{Pl \in PA} d^2(Gk, Pl) \quad \forall Gk \in G \quad (27)$$

여기서, 계산된 유클리드 기하학적 거리는 미터 단위로 계산된다.

$$d^2(Gk, Pl) = (Gk_x - Pl_{predx})^2 + (Gk_y - Pl_{predy})^2 \quad (28)$$

그후, 단계 324에서 각 활성화 경로(Pl)와 가장 가까운 활성 그룹을 찾고, 그에 대한 거리를 기록한다

$$Pl_{closestG} = \arg \min_{Gk \in G} d^2(Gk, Pl) \quad \forall Pl \in PA \quad (29)$$

$$Pl_{closestGdist}^2 = \min_{Gk \in G} d^2(Gk, Pl) \quad \forall Pl \in PA \quad (30)$$

단계 326에서, 활성 그룹(Gk)와 경로(Pl)는 그들이 서로에 대해, 즉,  $Gk_{closestP}$ 와  $Pl_{closestG}$ 가 서로에 대하여 가장 가까운 것일 때 서로 쌍을 이루게되고, 그들 사이의 거리는 추적 반경보다 작다. 모든 하기의 조건은 반드시 유지되어야 한다.

$$Gk_{closestP} \equiv Pl \quad (31)$$

$$Pl_{closestG} \equiv Gk \quad (32)$$

$$Pl_{closestGdist} < Pl_{track2} \quad (33)$$

동일 손가락의 반복적 중첩을 검출하는 것을 돕기 위해, 동일 위치 위의 탭들 사이의 경로 할당의 연속성을 지키는 것이 바람직하다. 이는 단계 334에서, 쌍을 이루지 못하고 남아있는 그룹들과 손가락이 떨어져서 최종 세컨드내에 활성화되지 않은 상태인 경로들만을 사용하여 단계322-326을 반복함으로써 달성된다.

단계 336에서, 아직 활성화 또는 최근 비활성화된 경로와 쌍을 이루지 않은 그룹은 새로운 경로로 할당되고, 표면상의 새로운 손가락의 접촉을 나타낸다. 단계 344에서, 그룹과 쌍을 이루지 못한 활성 경로는 비활성화되고, 상기 표면으로부터 손 부분이 리프트오프된 것을 나타낸다.

단계 346은 표준 필터링 기술을 사용하여 각 그룹의 추출된 파라미터를 그 할당된 경로에 결합한다. 하기의 방정식은 단순한 필터를 경로 위치( $P_x[n]$ ,  $P_y[n]$ ,  $P_z[n]$ ), 속도( $P_x[n]$ ,  $P_y[n]$ ) 및 형상( $P_\theta[n]$ ,  $P_\phi[n]$ ) 파라미터를 대응 그룹 파라미터로부터 업데이트시키는 것을 예시하고 있다. 그러나, 칼만 또는 파이나이트 임펄스 응답 필터를 사용할 수도 있다.

경로(P)가 단계(n)의 시기에 그룹(G)에 의해 시작되었다면, 즉, 손의 일부가 접촉하기 시작하였다면, 그 파라미터는 하기와같이 초기화된다.

$$P_x[n] = G_x \quad (34)$$

$$P_y[n] = G_y \quad (35)$$

$$P_z[n] = G_z \quad (36)$$

$$P_\theta[n] = G_\theta \quad (37)$$

$$P_\epsilon[n] = G_\epsilon \quad (38)$$

$$P_{vx}[n] = 0 \quad (39)$$

$$P_{vy}[n] = 0 \quad (40)$$

$$P_{vz}[n] = G_z/\Delta t \quad (41)$$

그룹(G)이 타임 단계(n)에 대한 활성 경로P[n-1]의 연속이 아닌경우에는 하기와 같다.

$$P_x[n] = G_x G_x + (1 - G_x)(P_{predx}[n - 1]) \quad (42)$$

$$P_y[n] = G_y G_y + (1 - G_y)(P_{prechy}[n - 1]) \quad (43)$$

$$P_z[n] = G_z G_z + (1 - G_z)P_z[n - 1] \quad (44)$$

$$P_\theta[n] = G_\theta G_\theta + (1 - G_\theta)P_\theta[n - 1] \quad (45)$$

$$P_\epsilon[n] = G_\epsilon G_\epsilon + (1 - G_\epsilon)P_\epsilon[n - 1] \quad (46)$$

$$P_{vx}[n] = (P_x[n] - P_x[n - 1])/\Delta t \quad (47)$$

$$P_{vy}[n] = (P_y[n] - P_y[n - 1])/\Delta t \quad (48)$$

$$P_{vz}[n] = (P_z[n] - P_z[n - 1])/\Delta t \quad (49)$$

속도 벡터( $P_{vx}, P_{vy}, P_{vz}$ )로부터 크기( $P_{speed}$ ) 및 각도( $P_{dir}$ )를 계산하는 것이 유용하다. 위치 측정의 신뢰성이 전체 프록시미터( $P_g$ )와 함께 현저히 증가되기 때문에, 로우 패스 필터 폴( $G_u$ )은 전체 프록시미터를 가진 그룹에 대하여 정상보다 낮게 감소된다. 따라서, 신호가 약한 경우에, 상기 시스템은 이전에 형성된 경로 속도에 크게 의존하며, 상기 손가락이 표면에 견고하게 접촉하여 강하고, 신뢰성있는 신호를 발생시키는 경우에, 상기 시스템은 현 그룹 센트로이드 측정에 전적으로 의존한다.

추적 모듈내의 다음 프로세스는 접촉 식별이다. 다수의 손에 대해서도 충분히 큰 표면상에서 각 손의 접점은 원형 클러스터를 형성하고, 상기 클러스터는 분리된 상태로 남아있게 되며, 그 이유는 사용자들이 다른 손의 손가락을 얹히게 하는 것을 피하기 때문이다. 손 클러스터내의 손가락의 배열이 다른 손 클러스터내의 배열의 위치에 무관하기 때문에, 접촉 식별 시스템은 계층 분할된다. 손 식별 프로세스(247)는 먼저 각 접점이 속하는 클러스터를 결정한다. 그후, 클러스터내 식별 프로세스(248)는 다른 손의 클러스터에 무관하게 상기 손 클러스터내의 접점의 배열을 각 손에 대하여 분석한다. 손가락 식별 또는 클러스터내 식별은 표면상에 얼마나 많은 손이 닿았는지에 무관하게 각 손에 대하여 동일하게 기능하기 때문에, 이것에 관하여 먼저 설명한다. 하기의 설명은 우측손내의 식별에 대한 것이다. 좌측손 접촉을 식별하기 전에 일부 파라미터에 대하여 거울적 대칭이 적용되어야 한다.

도 23은 손가락 식별 프로세스(248)의 양호한 실시예를 도시하고 있다. 각 손에 할당된 손가락에 대하여, 본 실시예에서는 접점을 손 부분 어트랙터 지점의 형판에 정합시키고, 각 어트랙터는 손바닥 뒷꿈치 또는 특정 손가락에 대응하는 아이덴티티를 가지고 있다. 이 접점 경로와 어트랙터 사이의 정합은 기본적으로 일대일이어야만 하지만, 소정의 손 부분이 표면에 접촉하지 않는 경우에는 일부 어트랙터가 채워지지 않은 상태로, 즉, 0 경로 또는 더미(dummy) 경로가 할당된 상태로 남겨지게 된다.

단계 350은 손이 손가락이 부분적으로 굴곡된 상태로중립 자세에 있을 때 손가락과 손바닥에 대응하는 위치에 대한 어트랙터 지점의 위치를 초기화한다. 이들이 손 오프셋 추정(340)에 적용되는 것과 동일한 디폴트 핑거 위치( $Fi_{defx}, Fi_{defy}$ )를 갖는 것이 바람직하다. 반쯤 닫혀진 손 자세로부터 어트랙터 지점들 사이의 각도 및 거리를 설정하는 것은 손가락 굽힘 및 신장의 광범위한 변화에 대하여 상기 매칭 알고리즘이 양호하게 수행되도록 해준다.

결과적인 어트랙터 지점은 도 24의 십자 표시로 도시된 바와 같이 하나의 링내에 놓이게 된다. 상기 어트랙터 지점(371-377)의 아이덴티티는 손 부분(201-207)의 아이덴티티에 대응한다. 주어진 손이 좌측손인 경우에, 상기 어트랙터 링은 각 어트랙터 지점 둘레의 보로노이 셀을 형성하는 라인 구획(380)을 포함하는 도 24에 도시된바로부터 수직축에 대하여 거울 대칭되어야만 한다. 어트랙터의 보로노이 셀내의 모든 지점은 다른 어트랙터보다 어트랙터에 근접한다. 클러스터내에 단 하나의 접점만 존재하고, 그 형상이 명확하지 않은 경우에, 상기 할당 알고리즘은 상기 접점을 접점들이 내부에 위치한 보로노이 셀의 어트랙터 지점에 상기 접점을 효과적으로 할당한다. 손 클러스터내에 다수의 표면이 있는 경우에, 그들은 모두 동일한 보로노이 셀내에 놓이게 되며, 그래서, 할당 알고리즘은 반드시 모든 접점 위치를 동시에 헤아릴 수 있는 글로벌 최적화를 수행하여야만 한다.

선택적인 실시예에서는 다른 손 부분에 대하여 부가적인 어트랙터를 포함하거나, 불규칙적 손 형태에 대한 선택적인 어트랙터 배열을 포함할 수 있다. 예로서, 전방 손바닥 접점을 위한 어트랙터는 링의 중앙에 위치시킬 수 있다. 그러나, 전방 손바닥은 일반적으로 손이 펴진상태로 표면 등에 놓여지지 않는한 표면과 접촉하지 않기 때문에, 전방 손바닥 어트랙터는 접점이 모든 정규 어트랙터도 할당된 상태에서에서만 그들에 할당되도록 설정되어야 한다.

최적의 정합 정밀도를 위하여, 링은 손 클러스터상의 대략적 중앙 위치를 유지하여야만 한다. 따라서, 단계 352는 손의 추정 위치 오프셋에 의해 주어진 손에 대하여 모든 어트랙터 지점을 트랜스레이팅 한다. 상기 최종 어트랙터 위치( $Aj_x[n], Aj_y[n]$ )는 하기와 같이 주어진다.

$$Aj_x[n] = H_{cox}[n] + Fj_{defx} \quad (50)$$

$$Aj_y[n] = H_{coy}[n] + Fj_{defy} \quad (51)$$

또한, 어트랙터 링의 선택적인 실시예에서는 추정 손가락 오프셋 등의 크기 및 손 회전의 추정치에 의해 크기 설정 또는 회전될 수 있다. 그러나, 잘못된 핑거 오프셋 추정과 식별 오류가 어트랙터 링의 심한 왜곡에 의해 서로 보강되지 않도록 주의하여야만 한다.

일단 어트랙터 형판이 적소에 위치되고나면, 단계 354는 각 활성 접점 경로( $Pi$ )로부터 각 어트랙터 지점( $Aj$ )으로의 표면판에의 거리의 스퀘어 매트릭스 $[D_{ij}]$ 를 구성한다. 어트랙터보다 표면 접점이 작은 경우에는 각 어트랙터에 대해 거리가 0인 0경로( $P0$ )가 접점에 위치되게 된다. 소정의 거리 매트릭스가 사용될 수 있지만, 하기의 스퀘어드 유클리디언 디스턴스가 적합하며, 그 이유는 소정의 접점 쌍 사이의 각도가 이들 접점에 할당된 어트랙터쌍 사이의 각도에 근접한 양호한 할당을 가질 수 있기 때문이다. 이는 특히 표면에 접촉하는 동안 손가락끝이 서로 교차하지 않는다는 생물역학적 속박에 대응한다.

$$d_{ij} \approx (Aj_x[n] - Pi_x[n])^2 + (Aj_y[n] - Pi_y[n])^2 \quad (52)$$

스텝(356)에 있어서, 각각의 접촉에서 선택된 어트랙터(tractor)들까지의 거리는 주어진 접촉의 기하학적 특성이 어트랙터를 나타내는 핸드부로부터 예측된 것들과 정합하는지의 여부에 따라 가중된다. 엄지손가락 및 손바닥 힐(thumb and palm heels)은 대부분 구별되는 기하학적 특성을 나타내기 때문에, 가중 함수는 엄지손가락 및 손바닥 힐 어트랙터에 대해 계산되고, 손가락팁 어트랙터까지의 거리는 변경되지 않는다. 본 실시예에 있어서, 각각의 가중 함수는 도25에서 대략 구성된 것들과 같은 특성 관계에 대한 여러 요소로 구성된다. 각각의 요소는 그 특성 측정이 구별되는 정보를 제공하지 않을 때 1의 디폴트값을 취하고, 측정된 접촉 특성이 주어진 엄지손가락 또는 손바닥 핸드부와 유일하게 같게 되는 경우에 큰 값을 취하고, 주어진 어트랙터의 핸드부와 일치하지 않는 경우에 작은 값을 취하도록 설계되어 있다. 요소 관계는 선형 함수, 다항식, 직각 삼각 함수, 유리 함수 또는 그들 임의의 조합과 같은 조사표로서 다양하게 저장 및 계산될 수 있다. 특성 매치가 양호하게 되는 어트랙터와 접촉 사이의 할당이 가중(승산)된 거리로서 작게 되기 때문에, 거리는 도시된 요소 관계의 역수로 실제 가중된다.

도25a는 접촉의 꼭 맞는 타원의 방위에 대한 우측 엄지손가락 및 우측 손바닥 힐 방위 요소를 도시한다. 그들 핸드부의 방위는 약 120. 로 경사지고, 손가락팁 및 외부 손바닥 힐 접촉은 통상적으로 수직(90. )에 매우 가깝고, 좌측 엄지손가락 및 좌측 내부 손바닥 힐의 방위는 평균 60. 가 된다. 따라서, 우측 방위 요소는 최대 120. 에 접근한다. 방위가 항등식이 아닌 0. , 90. 및 180. 의 디폴트 값에 접근하고, 반대의 엄지손가락 또는 손바닥 힐의 양호한 방위인 최소 60. 에 도달한다. 좌측 엄지손가락 및 내부 손바닥 힐 방위 요소에 대응하는 관계는 약 90. 로 된다.

도25b는 엄지손가락 사이즈 요소를 도시한 개략도이다. 전체로 표시된 엄지손가락 사이즈가 전형적인 컬 형태의 핑거팁(curling fingertip)의 사이즈의 두 배 또는 3배로 피크되는 경향이 있기 때문에, 엄지손가락 사이즈 요소는 그들 사이즈로 피크된다. 손바닥 힐과는 다르게, 엄지손가락 점점은 디폴트 손가락팁 사이즈의 두 배 또는 3배 보다 훨씬 크게 될 수 없고, 그래서, 엄지손가락 요소는 보다 큰 사이즈에 대해 역으로 하강한다. 임의 핸드부가 매우 미세하게 표면을 터치하거나 터치다운을 바로 시작할 때 작게 나타날 수 있기 때문에, 작은 사이즈는 구별할 수 없고, 그로 인해 사이즈 요소는 매우 작은 접촉에 대해 1로 디폴트된다.

도25c는 손바닥 힐 사이즈 요소를 개략적으로 도시한 도면이다. 손바닥에 큰 압력이 인가될 때, 손바닥 힐 접촉은 매우 크게 될 수 있고, 나머지는 실행했던 것 처럼 완전히 구형으로 된다. 따라서, 손바닥 힐 사이즈 요소는 손바닥 요소가 무한적으로 증가하는 것에 무관하게 되는 것을 제외하고 엄지손가락 사이즈 요소와 거의 비슷하게 되어 있다. 그러나, 손가락핀 접촉은 손가락이 평탄하게 되는 것만큼 크게 되게 함으로써 증가될 수 있다. 그러나, 손가락 폭이 일정하기 때문에, 증가하는 손가락팁 접촉에 적당한 타원의 편심은 높이에 비례하여 증가한다. 큰 손바닥 요소를 갖는 평면 손가락을 방지하기 위하여, 사이즈 측정은 접촉 편심에 근접한 전체 접촉에 되도록 변경된다. 이는 손바닥에 대해서, 편심이 1 근처에 있게 하는 것이 효과를 일키지 않지만, 평면 손가락팁의 높은 근사치를 제거한다. 비록, 적당한 원심 폭을 직접 이용하여 낮은 해상도 전극 어레이에 대해 보다 덜 정밀하게 되지만, 상술한 비율은 기본적으로 접촉 폭을 포착한다.

손바닥 힐의 다른 중요한 구별되는 특성은 손목 분석이 서로 분리된 그들 접촉과 수 센티미터로 손가락이 분리된 접촉의 중심을 유지한다는 점이다. 이는 엄지손가락 및 손가락팁의 이어지고, 이는 탄력적인 접촉을 통해 서로 센티미터이내에 이동될 수 있다. 인터-손바닥 분리 특성은 주어진 접촉의 가장 인접한 접촉에 대해 검색하고, 그 이웃의 거리를 측정함으로써 측정된다. 도25d에 개략적으로 도시된 것 처럼, 손바닥 분리 요소는 접촉과 가장 이웃한 부분 사이의 분리가 수 센티미터 아래로 떨어질 때 감소하고, 주어진 접촉( 및 그 가장 이웃한 부분)이 손바닥 힐이 아님을 나타낸다. 사이즈 및 방위 요소와는 달리, 손바닥을 완전히 누르는 핸드의 무게로서 단지 확실히 되고, 손바닥 분리 요소는 작은 접촉이 빛에 대해 아주 동일하게 적용되기 때문에, 인접한 손가락팁의 쌍으로부터 손바닥 힐을 구별하는데 특히 도움이 된다.

엄지손가락 및 손바닥 무게가 거리 매트릭스에 적용되면, 스텝(358)에서는 각각의 어트랙터와 그 할당된 접촉 사이의 가중된 거리의 합을 최소화하는 접촉과 어트랙터 사이의 1-1 할당을 찾는다. 표기를 위하여, 새로운 매트릭스[cij]는 가중된 거리를 유지한다.

$$c_{ij} = \begin{cases} d_{ij}/(P_i^{thumb\_size\_fact} P_i^{orient\_fact}) & \text{if } j = 1 \\ d_{ij} & \text{if } 2 \leq j \leq 5 \\ d_{ij}/(P_i^{palm\_size\_fact} P_i^{palm\_sep\_fact}) & \text{if } j = 6 \\ d_{ij}/(P_i^{palm\_size\_fact} P_i^{orient\_fact} P_i^{palm\_sep\_fact}) & \text{if } j = 7 \end{cases} \quad (53)$$

그로 인해, 정수 핸드부 항등식{1,...,7}의 순열을 찾을 때와 같은 산술적으로 최적화되는 상태로 될 수 있다.

$$\sum_{i=1}^7 c_{i\pi_i} \quad (54)$$

여기서, cij는 접촉(i)에서 어트랙터(j)까지의 가중된 거리이고, 접촉(i) 및 어트랙터(j)는 pi=j가 될 때 서로에 할당되는 것이 고려되었다. 할당 문제와 같은 수학적으로 보다 특히 공지된 이러한 조합적인 최적화 문제는 브랜치 및 바운드, 국부 조합적인 검색, Hungarian 방법 또는 네트워크 흐름 분석기와 같은 이미 공지된 여러 수학적인 기술로 효과적으로 해결될 수

있다. 본 기술 분야에 숙련된 사람들은 이러한 형태의 조합적인 최적화 문제가 수학적으로 동등한 이중 표현, 즉 최적오차가 이중 파라미터의 합계의 최대화와 같은 재공식화되는 표현을 갖는다는 점을 알 수 있다. 이중의 어트랙터-접촉 거리 최소화와 같은 상술한 헤드부 식별 방법의 재공식화는 본 발명의 범위 내에서 잘 유지되고 있다.

불필요한 제한을 피하기 위하여, 결정 다이아몬드(360)는 주어진 접촉 클러스터의 손 할당이 손 식별 모듈(247)에 의해 평가되는 임시의 하이포티스만이 존재하는 경우에 스테이지에서 손가락 식별 처리를 종료한다. 그러나, 주어진 손 할당이 최종 양호한 하이포티스가 되는 경우에, 다른 처리는 손가락 식별을 검증하고, 핑커 카운트와 같은 식별 통계치(identity statistics)를 수집한다.

상술한 어트랙터 할당 방법에 의해 생성된 식별은 모든 5개의 손가락이 표면을 터치할 때 또는 엄지손가락 및 손바닥 특성이 명백하게 될 때 높게 신뢰할 수 있다. 식별된 핑커팁 접촉에 대한 수평 좌표를 증가하는 상태로 검사하는 것은, 손가락 팁 식별이 잘못으로 스왑되는 것을 용이하게 검증한다. 그러나, 단지 2개 내지 4개의 손가락이 터치될 때, 손가락은 엄지손가락 사이드 및 방위 특성을 나타내지 않고, 최내부 손가락 접촉의 할당은 접촉이 엄지손가락이 되는지의 여부를 잘못 나타낼 수 있다. 이 경우에, 결정 다이아몬드(362)는 엄지손가락 검정 처리(368)를 이용하여, 최내부 손가락 접촉과 다른 손가락들 사이의 다른 측정을 취한다. 이들 다른 측정이 최내부 접촉 식별이 잘못된 것으로 강하게 제시된다면, 엄지손가락 검증 처리는 최내부 손가락 접촉의 할당을 변경시킨다. 손가락 할당이 검증되면, 스텝(364)는 터치되는 손가락팁의 수와 같은 각각의 핸드내의 할당에 대한 통계를 수집하고, 터치되는 손가락 식별을 비트필드한다. 이들 통계는 다른 모듈에 대한 식별 결과의 편리한 개요를 제공한다.

도 26에는 엄지손가락 확인 모듈 내에서의 스텝이 도시되어 있다. 제 1 스텝(400)에서는 손가락으로 식별된 다른 접촉에 대해 한 손가락으로 식별된 최내측 접촉에 대한 여러 가지 속도, 분리 및 각도 인수를 계산한다. 이들 경로간 측정은 접촉 식별 순서를 미리 가정하므로, 어트랙터 거리 최소화가 완료될 때까지 접촉 아이덴티티가 알려지지 않기 때문에 어트랙터 거리 가중치로서 쉽게 포함될 수 없다. 아래의 인수 설명을 위해 FI는 최내측 손가락 접촉이고, FN은 다음의 최내측 손가락 접촉이며, FO는 최외측 손가락 접촉이다.

엄지손가락과 집게 손가락의 분리는 종종 손가락 끝간의 분리보다 크지만, 손가락이 퍼짐에 따라 모든 분리가 커지는 경향이 있다. 그러므로, 내부 분리 인수(inner\_separation\_fact)는 다른 인접 손가락 끝 접촉들간의 거리의 평균(avg\_separation)에 대한 최내측 및 다음의 최내측 접촉간의 거리의 비로서 정의된다.

$$innerseparationfact = \min\left(1, \frac{\sqrt{(FI_x - FN_x)^2 + (FI_y - FN_y)^2}}{avgseparation}\right) \quad (55)$$

상기 인수는 엄지손가락 또는 집게 손가락이 최내측 터치 손가락인지에 관계없이 평균 이하의 최내측 분리가 발생할 수 있으므로 1 이상이 되도록 클리핑된다. 2 개 이상의 손가락 접촉만이 존재하는 경우에는, 2 - 3 cm의 디폴트 평균 분리가 사용된다. 상기 인수는 최내측 접촉이 실제로 엄지손가락이면 1 이상이 되는 경향이 있지만, 최내측 접촉이 손가락 끝인 경우에는 거의 1로 유지된다.

상기 손가락이 주먹진 때를 제외하고 상기 엄지손가락은 손가락 끝보다 더욱 앞쪽으로 이동하지 않게 되므로, 최내측 손가락 접촉과 최외측 손가락 접촉간의 각도는 상기 최내측 손가락 접촉이 엄지손가락인지를 지시하는데 도움이 될 수 있다. 오른손의 경우에, 엄지손가락이 손바닥 아래에 있을 때와 같이 엄지손가락이 앞쪽으로 120°이동하더라도 엄지손가락으로부터 집게 손가락으로의 벡터의 각도는 거의 60°이다. 이것은 60°에서 피크이고 0°와 120°쪽으로 0에 접근하는 도 32의 내각 인수의 대략적인 플롯에 반영된다. 상기 최내측 손가락 접촉이 실제로 집게 손가락 끝이면, 최내측 접촉과 다음 최내측 접촉 사이에서 측정된 각도는 30°와 -60°사이로 되게 되며, 이에 따라 매우 작은 각도 인수가 생성된다.

내부 분할 및 각도 인수는 엄지손가락 자세를 정확하게 구별하지만, 사용자는 손 스케일링이나 회전 제스처를 수행할 때 종종 위에서 언급한 분할 및 각도 범위를 초과하게 된다. 예컨대, 안티 핀치 제스처 동안에, 엄지손가락은 집게 손가락 끝 또는 가운데 손가락 끝에 대해 핀치되기 시작할 수 있지만, 엄지손가락 및 손가락 끝은 서로 슬라이딩하여 멀어지게 된다. 이는 내부 분할 인수가 제스처의 시작시 상대적으로 작아지게 한다. 유사하게, 엄지손가락-집게 손가락 각도는 손의 회전 동작의 시작 또는 끝에서 내부 각도 인수에 의해 기대된 범위를 초과할 수도 있고, 여기서 손가락은 나사의 돌림처럼 회전한다. 보상을 위해, 내부 분리 및 각도 인수는 엄지손가락과 손가락 끝 사이의 지점에 중심을 둔 대칭 손가락 스케일링 또는 회전에 대해 선택적인 확장 및 회전 인수와 퍼지 OR된다.

다음의 근사 방정식에 의해 정의될 때, 확장 인수는 최내측 손가락 접촉과 최외측 손가락 접촉이 대략 동일한 속도로 그리고 이들 사이의 벡터에 평행한 반대 방향으로 슬라이드함에 따라 피크로 된다.

$$expansionfact = -\sqrt{FI_{speed}[n] \times FO_{speed}[n]} \times \cos(FI_{dir}[n] - \angle(FI[n], FO[n])) \times \cos(FO_{dir}[n] - \angle(FI[n], FO[n])) \quad (56)$$

$$expansion\_fact := \max(0, expansion\_fact) \quad (57)$$

여기서  $\angle(FI[n], FO[n])$ 은 손들 사이의 각도이다.

$$\angle(FI[n], FO[n]) = \arctan\left(\frac{FI_y[n] - FO_y[n]}{FI_x[n] - FO_x[n]}\right) \quad (58)$$

동일 방향으로의 두 손가락의 병진 운동은 최대 동작에 의해 제로로 클리핑된 음의 인수 값을 생성한다. 최내측 및 최외측 속도의 산술 평균 이외의 기하학의 계산은 두 접촉의 속도가 높을 때만 큰 확장 인수를 생성함으로써 선택성에 도움을 준다.

회전 인수도 매우 선택적이어야 한다. 회전 인수가 상기 최내측 손가락과 최외측 손가락 사이의 각도의 변화에 비례하면, 최외측 손가락이 정지된 동안에 최내측 손가락이 아래로 병진운동하기 시작할 때와 같이 손가락 운동의 비대칭성에 응답하여 회전 인수가 잘못하여 커지게 된다. 보다 선택적이 되도록, 상기 회전 인수는 엄지손가락과 손가락 끝 사이의 가상 피봇을 중심으로 대칭 회전해야 한다. 하기의 근사 회전 인수 방정식은 상기 최내측 및 최외측 손가락이 반대 방향으로 이동함에 따라 피크로 되지만, 이 경우에 상기 접촉은 이들 간의 벡터에 수직으로 이동해야 한다:

$$rotationfact = -\sqrt{FI_{speed}[n] \times FO_{speed}[n]} \times \sin(FI_{dir}[n] - \angle(FI[n], FO[n])) \times \sin(FO_{dir}[n] - \angle(FI[n], FO[n])) \quad (59)$$

$$rotation\_fact := \max(0, rotation\_fact) \quad (60)$$

이 회전 인수를 최대화하는 이동은 엄지손가락과 다른 손가락 사이에서 수행되기는 싶지만, 두 손가락 끝 사이에서 수행되기는 어렵기 때문에, 상기 회전 인수는 엄지손가락의 존재의 강력한 지시기이다.

마지막으로, 퍼지 논리식(스텝 402)은 최내측 손가락 접촉과 다음의 최내측 손가락 접촉에 대해 이들 접촉간 인수와 엄지손가락 특징을 조합한다. 바람직한 실시예에서, combined\_thumb\_fact에 대한 이 퍼지 논리식은 다음의 형태를 취한다:

$$combined\_thumb\_fact = (inner\_separation\_fact \times angle\_fact + expansion\_fact + rotation\_fact) \times (FI_{orient\_fact}/FN_{orient\_fact}) \times (FI_{thumb\_size\_fact}/FN_{thumb\_size\_fact}) \quad (61)$$

이 식의 특징 인수비는 최내측 접촉의 특징을 손가락 끝인 것으로 이미 알려진 다음의 최내측 접촉의 현재 특징을 비교하는 시도를 한다. 상기 최내측 접촉이 또한 손가락 끝이면, 그 특징은 다음의 최내측 손가락과 유사해야 하며, 이에 따라 상기 비는 거의 1로 유지된다. 하지만, 최내측 접촉에 대한 엄지손가락형 특징에 의해 상기 비가 커진다. 그러므로, 조합된 엄지손가락 인수가 높은 임계치를 초과하면, 판단부(404)는 최내측 손가락 접촉이 엄지손가락인 것으로 결정한다. 판단부(412)에서 상기 접촉이 엄지손가락 어트랙터(412)에 이미 할당되지 않은 것으로 결정하면, 스텝(414)은 어트랙터 링 상에서 안쪽의 접촉 할당을 엄지손가락 어트랙터로 시프트시킨다. 판단부(406)에서 조합된 엄지손가락 인수가 낮은 임계치 이하인 것으로 결정하면, 최내측 접촉은 엄지손가락이 아닌 것으로 된다. 그러므로, 판단부(408)가 엄지손가락 어트랙터에 할당된 접촉을 발견하면, 스텝(410)은 엄지손가락 어트랙터를 언필하기 위하여 최내측 접촉 배열 및 인접 손가락 접촉을 어트랙터 링 상에서 바깥쪽으로 시프트시킨다. combined\_thumb\_fact가 하이 임계치와 로우 임계치 사이에 있거나 기존의 할당이 임계치 판단부와 일치하면, 스텝 413은 할당 변화를 만들지 않는다.

식별을 보조하기 위하여 여기에 도입된 손 접촉 특징 및 상호 관계는 본 발명의 범위에 속하는 여러 가지 다른 방법으로 측정 및 조합될 수 있다. 상승된 터치 둔감형 손바닥 판, 손바닥 인식 및 그 필수적 어트랙터를 포함하고 있는 멀티터치 표면 장치의 다른 실시예에서, 인수는 제거될 수 있다. 기하학적 파라미터는 손이 퍼진 동안에 개별적인 사용자 손 크기의 측정에 최적으로 적응될 수 있다. 하지만, 어트랙터 기초 식별 방법은 성인의 손 크기의 변화보다 큰 손가락 만곡 및 폼으로 인한 한 사람의 손가락 위치의 변화를 허용한다. 그러므로, 사람의 평균 손가락 및 손바닥 끝의 엄지손가락 및 손바닥 크기 인수의 적응은 개별적인 손가락 길이에의 어트랙터 위치의 적응보다 중요하며, 이는 마진 성능 개선을 추가할 뿐이다.

이러한 특성 및 관련을 손 접촉 식별자로 통합하기 위한 대안적인 방법의 다른 실시예로서, 도 27은 어트랙터 템플레이트(attractor template)를 포함하지 않는 대안적인 손가락 식별 실시예를 다이어그램한다. 소정의 손(430) 내의 손바닥 및 손가락 접촉으로부터의 경로를 지시하기 위해, 단계(432)는 각각의 접촉으로부터 다른 접촉까지의 거리의 2차원 매트릭스를 구성한다. 단계(434)에서, 네트워크 흐름 최적화의 이론 으로부터 널리 공지된 최단 경로 알고리즘은 모든 접촉 경로를 연결하고 434단계를 각각 한번씩 통과하는 최단 그래프 사이클을 찾는다. 손 접촉이 링에 놓여있는 경향이 있으므로, 이 최단 그래프 사이클은 인접 접촉을 연결하는 경향이 있어, 이들을 위해 센스가능한 명령을 개설한다.

다음 단계(438)는 가장 안 또는 가장 바깥과 같은 링안의 극단 위치에서 접촉을 잡아내고, 이것이 엄지[결정 다이아몬드(440)] 또는 손바닥[결정 다이아몬드(442)]인지를 여부를 테스트한다. 이것은 엄지 확인 처리와 어트랙터 무게측정에서 활용되는 것과 유사한 퍼지 논리 표현과 접촉 특성을 사용하여 이루어질 수 있다. 만약 최안쪽의 경로가 엄지이면, 단계(444)는 위의 접촉은 그의 손가락 끝과 유사하다고 결정하고, 엄지 아래의 링 안의 접촉은 그의 손바닥과 같다고 결정한다. 만약(442) 최안 경로가 손바닥 훅이면, 단계(446)는 최안보다 상당히 위인 경로는 틀림없이 손가락이고 같은 수직 레벨의 경로는 손바닥임을 결정한다. 엄지 및 손바닥 테스트는 링에서 최안(innermost)에 인접한 접촉을 위해 다른 엄지 또는 손바닥 접촉이 발견될 때 까지 반복된다. 어떤 엄지 및 손바닥 접촉이 확인되면, 단계(448)는 링에서의 그들의 각각의 명령과 그들의 상대적으로 높은 수직 위치로 남아있는 손가락 끝 접촉을 확인한다.

이 대안적인 알고리즘이 관련된 위치에 압박을 부가하기 위해 어트랙터 템플레이트를 포함하지 않기 때문에, 각각의 접촉에 대한 퍼지 식별 기능은 링의 다른 접촉 및 평가된 손 오프셋에 관련된 접촉의 수직 위치의 측정을 포함하는 것이 필요할 수 있다. 어트랙터 템플레이트 구현은 이 대안적인 구현에서 양호한데, 이것은 어트랙터 구현이 접촉과 평가된 손 오프셋 사이의 예상된 각도를 손가락 식별 프로세스로 더욱 우수하게 통합하기 때문이다.

손 식별은 양손을 동시에 수용할 수 있을 정도로 크고 결합된 표면의 왼쪽 및 오른쪽 반을 갖는 멀티터치 표면이 필요하며, 그래서 손은 중앙을 가로질러 양 표면의 반을 자유로이 방랑할 수 있다. 이 간단한 손 식별 방법은 접촉이 표면의 왼쪽 또는 오른쪽 반에 최초로 터치 다운되었는지에 따라 각각의 접촉에 손 식별을 할당할 수 있다. 그러나, 손이 중앙, 왼쪽과 오른쪽 양쪽에 터치 다운되면, 일부 손의 접촉은 왼쪽 손로 할당된 끝(end up)일 것이고 다른 것은 오른쪽 손일 것이다. 그러므로 손 접촉의 특성을 모으는 것을 고려하는 더욱 정교한 방법은 같은 식별을 갖는 같은 손으로부터의 모든 접촉을 보장하기 위해 적용되어야한다. 모든 표면 접촉이 초기적으로 확인되면, 모듈을 갖는 경로는 표면의 한 면으로부터 다른 면으로의 손 미끄러짐으로서의 존재하는 동일성을 믿을만하게 보유할 수 있다.

엄지 및 내부 손바닥 접촉 방향 및 관련된 엄지 위치는 왼쪽 손 접촉의 클러스터로부터 오른 손 접촉의 단일 클러스터를 구별하는 클러스터의 위치와 독립적인 유일한 접촉 특성이다. 엄지가 표면을 떠나면, 오른 손 접촉 클러스터가 왼손 클러스터로부터 그의 구별되지 않게 나타난다. 이경우에 클러스터 식별은 클러스터가 어떤 보드의 면에서 출발하였는지에 상당히 여전히 의존해야 하지만, 최근에 근처를 떠난 접촉의 식별은 유용하다. 예를 들어, 오른 손이 왼쪽에서 표면의 중앙으로 이동하고 떠나버린다면, 중앙에 나타나는 다음의 접촉은 다시 터치 다운하는 오른손으로부터일 것이며, 중앙으로 움직이고 오른손을 떠나게하는 왼손으로부터가 아닐 것이다. 그러므로, 표면의 왼쪽과 오른쪽의 반 사이의 분할은 어떤 손이 가장 최근에 중앙 근처에 있었는지에 따라 오른쪽 또는 왼쪽으로 이동하면서 동적이어야 한다. 손 오프셋 평가는 떠난 후의 마지막 알려진 손 위치를 일시적으로 보유하기 때문에, 그러한 동적 분할은 왼손 및 오른손 어트랙터 템플레이트의 위치를 평가된 손 위치로 구속하여 구현된다.

비록 사용자가 예상 못한 위치에 손을 갑자기 위치시켜 손 식별 시스템을 망칠수 있는 경우가 존재하지만, 사용자는 실제적으로 이런 경우에 시스템을 이 시스템을 망치고자 할 것이다. 예를 들어, 표면을 사용하기에 단지 한손만이 자유로운 사용자가 반대 손의 코드(chord) 입력 동작을 액세스하기 위해 표면의 반대의 반 위에 멀리 손을 의도적으로 위치시킬수 있을 것이다. 그러므로, 갑자기 손 클러스터가 표면의 반대의 반에 잘 터치 다운될 때, 이것은 반대의 반의 동일성을 그것의 진실한 동일성과 무관하게 안전하게 받을 수 있다. 중앙을 가로질러 표면을 아치형으로 하는 것은 사용자가 그렇게 해야할 무던 팔 뚝 내전( forearm pronation)을 발생시키며 사용자가 손을 반대 면으로 슬라이딩하지 못하도록 할 수 있다.

도 29는 손 식별 모듈(247) 내의 상세한 프로세서를 도시한다. 결정 다이아몬드(450)는 먼저 실제로 손 식별 알고리즘이 모든 경로 근처가 안정되었는지를 체크하여 실행되어야 할 필요성이 있는지를 결정한다. 식별의 안정성을 최소화하기 위해, 손 및 손가락 동일성은 새로운 손 부분이 터치 다운되거나 현존하는 접촉의 모호하지 않은 특성이 강해지면, 단지 다시 평가되는 것이 필요하다. 접촉 크기 및 방향 특성은 초기 표면 접촉후에 몇 다스 밀리 초에 표면에 대해 플레쉬(flesh)가 완전히 압축할 때까지 신뢰할 수 없다. 그러므로, 결정 다이아몬드(450)는 새로운 접촉이 나타나는 각각의 인접 영상과 어떤 새로운 접촉의 종합 근처가 증가를 계속하는 후속 근처 영상에 대해 손 식별 알고리즘을 수행한다. 현존 접촉의 근처가 안정되고 새로운 접촉이 없는 영상에 대해, 경로 추적 프로세스(245)에 의해 수행된 경로 연속이 이전의 영상로부터 계산된 접촉 식별을 보유하고 확장(단계 452)하기에 충분하다.

손 식별 알고리즘이 현재 영상에 대해 야기되어야 하는가에 대해, 제 1 단계(453)은 왼 및 오른 손 어트랙터 템플레이트를 위치하고 정의 한다. 이것은 현재 동시에 사용되어야 하는 두 왼 및 오른 링을 제외하고, 손-안의 식별에 사용된 어트랙터 템플레이트(도 24의 단계 352)와 근본적으로 같아야 한다. 서로서로에 관하여 링의 디폴트 위치는 도 20a에 도시된 디폴트 왼 및 오른 손 접촉 위치에 대응해야 한다. 각각의 링은 도 20b의 손을 따르는 슬로피(sloppy) 세크멘테이션 영역과 같은 그것의 손의 평가된 위치를 따르도록 해석된다. 개별적인 어트랙터 포인트는 그들의 대응하는 평가된 손가락 오프셋에 의해 안전하게 해석될 수 있다. 그러므로, 왼손(L) 및 오른손(R) 어트랙터 링에 대한 최종 어트랙터 위치( $Aj_x[n]$ ,  $Aj_y[n]$ )는 아래와 같다.

$$Laj_x[n] = Lh_{eox}[n] + LFj_{eox}[n] + Lfj_{defx} \quad (62)$$

$$Laj_y[n] = Lh_{eoy}[n] + LFj_{eoy}[n] + Lfj_{defy} \quad (63)$$

$$Raj_x[n] = Rh_{eox}[n] + RFj_{eox}[n] + Rfj_{defx} \quad (64)$$

$$Raj_y[n] = Rh_{eoy}[n] + RFj_{eoy}[n] + Rfj_{defy} \quad (65)$$

근본적으로 손 식별 알고리즘은 할당 접촉의 비용을 다른 하나 대 하나의 링에서의 어트랙터에 비교할 것이며, 위의 비용은 각각의 접촉과 그것의 할당된 어트랙터 사이의 가중된 거리의 합에 의존한다. 평가된 손 및 손가락 옵션으로 어트랙터 링을 조정하는 것은 손이 일시적으로 떠난 때도 연속적인 근처 영상을 가로질러 식별을 안정하게 돕고, 최근의 손 할당과 닮은 할당 가설을 위한 관련된 비용을 낮춘다.

다음으로 할당 가설의 세트는 반드시 생성되고 비교되어야 한다. 센스 가능한 가설을 생성하기 위한 가장 효과적인 방법은 각각의 수평적으로 인접한 접촉 사이의 거친 수직 윤각 라인의 세트를 정의하는 것이다. 단계(454)는 그들 수평 좌표에 의해 모든 표면 접촉을 순서화하고, 인접한 수평 좌표의 각각의 쌍 사이의 중간의 수직 외형을 설정하는 것에 의해 실행된다. 도30a 내지 도30c는 접촉의 고정된 세트에 대한 그들 관현된 할당 하이포시스와 3개의 상이한 외형(475)의 예를 도시한 도면이다. 각각의 외형은 구획으로서 이미 공지된 분리 하이포시스에 대응하는데, 여기서, 외형의 좌측(476)에 대한 모든 접촉은 외손으로부터 이루어지고, 외형의 우측(477)에 대한 모든 접촉은 오른손으로부터 이루어진다. 외형은 동일한 손으로부터 표면상의 모든 접촉이 이루어지는 하이포시스를 다루기 위한 표면의 좌우측 단부에서 필요하게 된다. 단일 손에 의해 야기될 수 있는 주어진 손 이외의 모든 접촉의 하이포시스화하는 외형은 바로 제거될 수 있다.

수직 외형을 통한 구획의 생성은 모든 하이포시스를 회피하는데, 여기서, 하나의 손의 접촉은 반대 손의 접촉을 수평으로 오버랩하거나 횡단하게 된다. 각각의 손이 7개 이상의 유일한 접촉을 일으킬 수 있는 것을 고려하면, 이는 천개에서 모든 다즈로 심사하기 위하여 손 식별 변경의 수를 감소한다. 심사를 위한 하이포시스를 적게하면, 각각의 구획의 평가는 훨씬 더 정교하게 될 수 있고, 필요하다면 계산적으로 저렴하게 될 수 있다.

최적화 검색 루프는 다음과 같다. 본 목적은 각각의 클러스터내의 접촉들의 배열과 클러스터 위치들이 이미 공지된 해부학상 및 생물학적 제한을 최적으로 만족하도록 두 개의 접촉 클러스터로 접촉들을 분할하는 외형을 결정하는 것이다. 최적화는 최좌측과 같은 제 1 외형 분할기를 픽업[단계(456)]하고, 오른손에 대한 여분과 왼손에 대한 외형의 좌측에 대한 어떠한 접촉을 임시로 할당[단계(458)]하여 시작한다. 단계(460)는 각각의 손내의 접촉에 대한 손가락 및 손바닥 식별에 대해 시도하는 도23의 손가락 식별 알고리즘을 포함한다, 결정 다이아몬드(360)은 임시 할당 하이포시스에 대한 통계 수집(364) 및 엄지손가락 검증(368)의 계산적 비용을 회피한다.

도 29로 돌아가서, 스텝(462)은 부분의 값을 계산한다. 이 값은 얼마나 잘 시험적으로 인식된 접촉이 할당된 어트랙터 링과 얼마나 잘 맞는지, 부분이 얼마나 잘 손바닥에서 분리되어있는 제약들 사이에서 잘 만나는 지를 평가한다. 이것은 엄지

손가락과 손바닥의 어트랙터의 크기 및 원래의 모양 팩터를 포함하는 손가락 인식 식(54)으로서, 할당된 어트랙트 포인트로 각각 시험적으로 인식된 접촉으로 붙어 거리의 조정된 합을 캐치 핸드(cach hand)로 계산함으로써 수행된다. 이 합은 손의 값과 맞는 기초적인 주형이다. 각각의 손의 값은 그러므로 클러칭 속도, 손, 및 손바닥 유대 팩터와의 반비례에 의해 가중된다. 이러한 팩터는 아래에서 설명된 것처럼 가중된 어트랙터 거리에 의해 강조되지 않은 제약의 추가를 의미한다. 마지막으로 가중된 왼쪽과 오른쪽 손의 값은 같이 첨가되고, 부분의 총 값을 구하기 위해서 손의 분리 팩터의 반비례에 의해 스케일 된다.

만약 결정 다이아몬드(decision diamond)가 여태까지 계산된(464) 부분의 총 값 보다 낮다면, 단계(466)는 가장 낮은 부분의 값을 기록하고, 분리된 윤곽을 기록한다. 결정 다이아몬드(472)는 모든 부분의 값이 계산될 때까지 각각의 윤곽(470)마다 이 프로세스를 반복 할 것이다. 스텝(473)은 실제의 손의 부분(473)으로서 전체의 가장 낮은 값을 갖은 부분을 선택하고, 모든 접촉 경로를 통한 손의 인식은 따라서 업데이트된다. 그러므로 스텝(474)은 손안에서 손가락 접촉 인식 프로세스를 reinvokes 하고, 그러므로 손바닥의 불일치와 통계적인 모음 프로세스는 실제의 손의 할당을 이용하여 수행된다.

예를 들면 표면의 오른쪽의 슬라이드로부터 들어올리거나, 중심의 가운데에서 뒤쪽을 끌어내리고, 오른쪽 앞쪽으로 슬라이딩을 다시 시작하는 것처럼, 사용자는 자주 오른손으로 클러칭 모션(clutching motion)을 취한다. 그러므로, 손이 표면의 가운데를 집거나, 한 쪽 면의 앞쪽으로 민다면, 이것은 그 면으로부터 온 것이다. 손의 속도 팩터는 도 3에서 적절히 좌표로 나타내어지고, 손의 클러스터 상수가 보드의 클러스터의 할당된 면의 앞쪽으로 움직일 때 미세하게 증가되는 값에 의해 이 현상은 증가되고, 그러므로 손의 기본 값은 감소한다. 팩터는 수평속도와 접촉하는 평균 함수이고 표면의 한 면은 할당된 클러스터가 주어진다. 높은 스피드는 더 강한 인식을 하는데 필수적이지 않으므로, 팩터는 적당한 스피드에서 충분히 획득된다. 표면의 중앙의 모호한 부분의 손바닥이 놓여있을 때로부터 손바닥의 오리엔테이션 팩터가 손바닥을 인식하게 도와줬음에도 불구하고, 손바닥의 수직 위치 또한 손의 정확한 인식을 주는 같은 손안에 다른 손가락과의 관련 있다. 손바닥은 손가락 끝보다 훨씬 아래에 위치하는 경향이지만, 핑키(pinky)는 다른 손가락 끝보다 겨우 조금 아래에 있는 경향이 있다. 도 31b에 대략적으로 구상된, 손 팩터는 가장 바깥쪽의 손가락 끝이 그 다음 바깥쪽에 있는 손가락 끝의 접촉보다 2 센티미터 정도 낮게 접촉하게 인식되었을 때 손 값의 부스팅(boosting)에 의해 이 제약의 이점을 갖는다. 클러스터 안에서 모든 접촉에 대응하는 시험적인 손의 경우에는 거의 틀리다. 이유가 손안에서 틀린 어트랙터 링에 대한 접촉이 맞는 인식 알고리즘이기 때문에, 필경 낮춰진 핑키는 진실로 맞은편 손의 낮춰진 손바닥이라는 것과 같은 손가락 인식은 반전된다. 유감스럽게도, 제한된 신뢰가 잘 쓰는 손 팩터에 배속될 수 있다. 핑키는 손바닥만큼 낮춰져서 나타나야 한다고 생각되고, 맞은편 손의 손가락과 바깥쪽 손바닥에 의해, 같은 접촉 배열을 가진 바깥쪽의 손바닥의 언덕은 손의 손바닥과 손가락 끝의 모호함을 만든다. 이 모호함은 손 팩터가 정확히 인식된 손 클러스터에 대하여 부정적으로 낮은 이유가 되고, 손 팩터는 오직 손 위치가 모호할 때 표면의 중간에서만 이용된다.

손가락이 바깥으로 뻗었을 때, 같은 손의 핑키와 손바닥이 20 cm 정도 스페닝 했을 때, 클러스터는 상당히 드물고 크다는 것 때문에, 구분 접촉 클러스터는 시도된다. 어쨌든, 손바닥은 비교적 작게 확장되고, 같은 손안에서 얼마나 멀리 손바닥 언덕과 앞쪽 손바닥이 접촉에서 떨어졌는지 유용한 정보를 담고있다. 바깥으로 뻗은 성인의 손바닥의 중앙은 약 10cm의 사각형이고, 그러므로 손바닥 접촉 중심은 8cm 보다 큰 영역에서 스के터 되어서는 안 된다. 부분이 부당하게 클러스터 안에 반대쪽의 손이 포함되었다면, 클러스터 안의 인식 알고리즘은 손바닥 언덕 및 앞쪽 손바닥 어트랙터의 반대 손으로부터 여분이 손을 할당하는 경향이 있다. 이것은 일반적으로 더 넓은 표면을 지나 스के터되기 위해 접촉이 클러스터 어트랙터를 할당하는 이유고, 그리고 한쪽 손으로부터 진짜 손바닥의 접촉이 그럴듯해진다. 이러한 부분을 처리하고, 손바닥 상수는 8cm 이상의 영역에서 스के터 된다는 가정 하에서, 손바닥 제약 상수는 실험적이 손 클러스터 아래로 급속히 떨어진다. 그러므로, 이것의 반비례는 급격하게 증가된다. 도 31c 는 손바닥 상수 사이의 수평 분할에 대조하여 손바닥 유대 팩터의 값을 보여준다. 수평분산은 손바닥의 언덕과 앞쪽 손바닥으로서 인식된 최대 및 최소 수평적 대등함 및 최대와 최소치 사이의 차이를 찾음으로서 효과적으로 측정된다. 측정과 팩터 값은 수직 분산에 의해 반복되고, 수직 및 수평 팩터는 마지막 손바닥 유대 팩터를 획득하기 위해서 증대하게 조합된다.

도 33은 손안의 분산 팩터의 대략적인 플롯이다. 이 팩터는 각각의 손의 접근 혹은 겹침으로부터 손바닥의 실제 수평 위치 또는 측정된 부분의 총 값을 증가시킨다. 이것은 고정된 손가락 위치에 대응에 관하여서 오른쪽 손의 접촉의 수평적인 오프 셋의 최소값을 찾는 것에 의해 측정되었다. 유사하게, 고정된 손가락 위치에 대응에 관하여 왼쪽 손의 접촉의 수평적인 오프 셋의 최대 값을 발견했다. 손 오프셋의 말단 사이의 차이가, 표면을 건드리거나 그 위에 뜨는 동안 손바닥이 같은 원주의 표면 영역을 겹치게 하는 것을 할 정도로 충분히 작다면, 분리 팩터는 더욱 작아질 것이다. 이러한 겹침은 계획안에서 네거티브 손바닥의 분리에 대응한다. 이 분리된 팩터는 다른 것으로부터 같은 클러스터까지 2 센티미터 안의 접촉의 할당을 촉진하기 위해서, 분리된 팩터는 몇 센티미터 이내의 포지티브 분리를 시작하기 위해 점차적으로 떨어지기 시작할 것이다. 손안에서 분리 팩터는 모든 표면의 접촉이 같은 손을 할당하는 부분에 적용되지 않고, 이러한 경우에 하나의 정해진 값을 갖는다.

본 손 인식 프로세스의 대안적인 실시예는 부가적인 제약 팩터를 포함하고, 본 발명의 영역 안에 남는다. 예를 들면, 속도 유대 팩터는 각각의 모든 클러스터가 다른 평균 속도와 방향을 갖음에도 불구하고, 대략적으로 같은 스피드와 방향으로 이동하는 클러스터 안의 모든 손가락 안에서 선호하는 부분에 의해 계산된다.

때때로 변경할 수 없는 결정이 새로운 유사한 영상 정보가 존재 인식이 틀렸다고 제안됐을 때조차 손 접촉의 인식의 마지막 변경을 보존함으로써 손 인식을 기본으로 하여 코드 방법 인식기 또는 타이핑 인식기에 의해 만들어진다. 이것은 수행하지 못한 입력 이벤트를 생성하는 코드슬라이드의 경우이고, 코드가 갖는 맞은편 손의 결과 안에서 어떤 손가락을 가리키는 새로운 영상 정보에 이동한다. 이러한 경우에 사용자는 가능한 입력 에러의 이동과 체크를 멈추는 것을 경고할 수 있지만, 다수의 입력 이벤트를 첨가할 때 비록 틀리고 게다가 예상할 수 없는 효과를 가지는 정확한 할당의 변경일지라도, 지금 상황에서 존재하는 인식을 유지하는 것이 최상이다. 그러므로, 일단 코드 슬라이드(chord slide)가 입력 이벤트를 생성하면, 그것들의 존재 패스의 인식은 고정되고, 그러므로 손 인식 알고리즘은 오직 연속적인 새로운 접촉인식을 교환할 수 있다.

본 손 인식 프로세스를 멀티터치 표면의 다른 배열로 변형 될 수 있고 본 발명의 영역 안에 남을 수 있다. 너무 작아서 다른 영역을 침범하거나 너무 길어서 다른 손이 위에 놓일 수 있는 표면에서, 윤곽은 정확한 수직의 라인일 필요가 없다. 부가적인 윤곽은 겹쳐질 만한 손가락 주변을 휘어지고 또는 그것은 또한 측정된 손위치 사이의 벡터로의 수직일 수 있다. 만약 표면이 한 사용자가 사용하기 보다 충분히 넓다면, 부가적인 어트랙티브 링은 각각의 첨가되는 손마다 공급되고 다중 부분 윤곽은 두 부분 이상이 들어간 표면의 가설마다 필수적이다. 표면이 오직 한 손이 들어가기에 충분하다면 아직도 어떤 손이 표면을 건드렸는지 결정하는 것이 필요하다. 그러므로 다른 윤곽의 가설 대신, 표면의 중심에 있는 손 인식 모듈은 오른쪽 손의 어트랙티브 링인지 왼쪽 손의 어트랙티브 링인지 가설을 평가해야만 한다.

상기 표면은 모든 측면으로부터 액세스하도록 받침대에 장착되며, 손 식별 모듈은 역시 각 유도기의 링의 여러 회전을 가정한다.

기부의 유도기 핑거 식별 시스템(248)은 펜을 쥐 손의 형상(도 15)을 포함하는 개별 손 접촉부를 성공적으로 식별한다(도 15). 그러나, 펜 그립내의 유일한 핑거 배열을 쥐고 있는 형상(도 14)내의 전형적인 배열과 구별하기 위해 부가적인 단계가 필요하게 된다. 상기 펜 그립 배열에 있어서, 외부의 핑거는 그들의 손가락 마디가 표면을 접촉하도록 손바닥 아래쪽으로 등글게 구부리고, 집게 손가락은 그들의 앞쪽으로 내민다. 펜 그립 검출 모듈(17)은 상기 유일한 배열을 검출하도록 엄지 손가락의 확인 과정과 유사한 퍼지 패턴 인식 과정을 사용한다.

펜 그립 손 형상에 의해 필적 인식에 관한 부수적인 문제는 안쪽 그립핑 핑거와 때로는 전체 손이 타법간에서 픽업된다는 점이며, 그 이유는 구별되는 핑거 배열을 임시로 안 보이게 하기 때문이다. 그러므로, 펜 그립 인식 과정은 그립핑 핑거 리프트간의 필적 모드로 한 체로 이력 현상을 가져야만 한다. 양호한 실시예에 있어서, 이력 현상은 조합된 퍼지 결정 계수의 임시 필터링하고, 핑거 배열의 측정시의 견적된 핑거 위치를 사용함으로써 얻어지며, 실제 핑거들은 표면쪽으로 이동된다. 견적된 핑거 위치는 수초 동안 이동 후 가장 긴 손가락 끝의 위치 쪽으로 쇠퇴하기 전에 유일한 튀어나오는 배열을 임시로 계속 유지한 채로 있으므로 효과적인 이력 현상을 제공한다.

도 28은 펜 그립 검출 모듈(17)내의 단계를 도시하며, 결정 다이아몬드 모양(485)은 모든 펜 그립 손 부분이 표면을 접촉하는 지의 여부를 결정한다. 만약 그렇지 않다면, 결정 다이아몬드 모양(486)은 견적된 핑거와 손바닥 위치가 펜 그립 또는 필적 모드가 이미 활동적일 때에만 단계(487)에서 임의의 이동부분 동안 회복되도록 한다. 만약 그렇지 않다면, 상기 과정은 표면이 접촉하는데 충분하지 않기 때문에 종료된다. 따라서, 견적된 핑거 위치는 필적 모드를 개시하는데 사용될 수 없으나, 계속할 수 있다. 단계(488)은 측정된 위치와, 표면에 접촉하는 손바닥 힐과 핑거들의 크기를 회복한다.

단계(489)는 외부의 핑거 접촉으로서 정상의 손가락 끝 보다 길게 되도록 하고, 손바닥 힐에 밀접하도록 올리는 손바닥 힐로부터의 수직 거리와 외부 핑거 크기로부터의 손가락 마디 계수를 계산한다. 단계(490)은 인지 손가락 끝으로서 손가락 마디의 앞쪽으로 올라오는 안쪽 및 바깥쪽의 핑거의 수직 좌표간의 차로부터 저팅 팩터(jutting factor)를 계산한다. 단계(491)는 퍼지 논리 표현법으로 너클 및 저팅 팩터를 조합하고 자기 조절 또는 무빙 평균 필터에 의해 이전의 결과와 함께 그 결과를 평균한다. 결정 다이아몬드 모양(492)는 필터된 표현 결과가 부수적인 히스테리를 제공하도록 자체 가변할 수 있는 임계값 이상인 경우 펜 그립 모드를 계속하거나 착수한다. 펜 그립 모드 동안, 타이핑(12) 및 현 모션 인지(18)는 펜 그립핑 손 동안 디스에이블된다.

펜 그립 모드에서, 결정 다이아몬드 모양(493)은 안쪽 그립핑 핑거가 실제로 표면을 접촉하는지의 여부를 결정한다. 그렇다면, 단계(495)는 안쪽 핑거의 부분 파라미터로부터 잉크 이벤트를 발생하고 그들을 호스트 통신 인터페이스의 출발의

이벤트 대기행렬에 붙인다. 이들의 잉크 이벤트는 그림을 그리거나 캡처 목적을 서명하기 위해 "디지털 잉크"를 디스플레이(24)상에 놓게 되거나 또는 필적 인식 시스템에 의해서 차단하고, 제스처 또는 언어 심볼로서 설명된다. 필적 인식 시스템은 기술적으로 잘 공지되어 있다.

안쪽 핑거를 들게 되면, 단계(494)에서는 필적 인식 시스템에 심볼들간의 과손을 지시하기 위해서 스타일러스가 세워진 이벤트를 호스트 통신 인터페이스에 보낸다. 몇몇 응용에서, 사용자는 "디지털 잉크" 또는 해석된 심볼들이 커서를 위치시킴으로써 디스플레이상에 삽입되는지를 표시하는데 필요로 한다. 다중 터치 표면일지라도, 사용자는 펜 그림 형상을 남기고 핑거 인대를 이동함으로써 커서를 움직일 수 있으며, 펜 그림 형상을 남겨 둠이 없이 커서를 위치시키는 것이 바람직하다. 이는 손바닥 힐 및 외부의 손가락 마디의 활주로부터 커서 위치 이벤트를 발생함으로써 지지될 수 있다. 표준 기입 모드가 역시 손바닥 힐 및 외부의 손가락 마디의 활주를 포함하므로, 손바닥 모션은 안쪽 핑거들이 수백(msec) 동안 올려질 때 까지 무시된다.

사용자는 실제로 전도성 스타일러스를 픽업하고 기입하는 것을 시도하도록 해야 하며, 손 형상은 안쪽 그림핑 핑거가 타법 동안 표면을 터치하기 보다는 오히려 표면상으로부터 스타일러스를 향하기 때문에 경미하게 변한다. 팔뚝이 실제로 스타일러스를 홀딩하는 경우 보다 손바닥이 위로 향하는 경향이 있으므로, 안쪽 손바닥 힐은 손이 핑키, 링 핑거 및 외부의 손바닥 힐의 측면상에 걸쳐있는 동안 역시 표면상에 놓여 있는 않는다. 외부의 손바닥 힐이 핑키에 대해서 정상 보다도 바깥쪽으로 놓여 있을 지라도, 링 및 핑키 핑거는 여전히 큰 손가락 마디의 접촉이 외부의 손바닥에 가깝게 구부러져 있는 것 같이 보인다. 본질적으로 스타일러스의 팁은 손가락 마디의 수직 레벨에 또는 위에 남아있는 채, 식별 목적을 위해 인지 손가락 끝에 놓여지게 된다. 따라서, 펜 그림 검출기는 호스트 통신 인터페이스에 보내진 인지 손가락 끝의 패스가 스타일러스에 의해 실제로 야기되는 것을 제외하고, 사용자가 스타일러스로 기입하는 경우, 본질적으로 같은 방법으로 기능할 수 있다.

기술적으로, 각 손은 조합된 모든 핑거의 관절의 24도의 이동 각도를 가지며, 특정 물질로서, 건 결합 한계는 개별적으로 모든 관절의 이동하는 것을 어렵게 한다. 표면상의 핑거 접촉의 측정은 표면의 측면으로 10도, 개별 손가락 끝의 압력 또는 표면의 부근으로 5도, 엄지손가락 방위로 1도의 이동 각도를 가져온다. 그러나, 대다수의 이동도는 한정된 범위를 갖고, 개별적으로 액세스하도록 평균 사용자로부터 바람직하지 않게 튀어오르고 오른손 잡이를 요구한다.

움직임 성분의 추출 모듈(16)의 목적은 1 및 2차원으로 공통 그래픽 조종용으로 16도의 주목할만한 정도로 추출해야 한다. 2차원에 있어서, 최대 공통 태스크는 수평 및 수직 플레이닝, 회전 및 줌밍 또는 상승이다. 3차원에서, 자유도의 2차 부가 회전 각도는 수평 및 수직 축을 이용할 수 있다. 모션 구성요소 추출기는 쉽게 수행될 수 있는 베이직 손 모션으로부터 4-6도의 자유도와 또 다른 간섭없이 동일시간에서 추출하는 것을 착수한다. 자유도의 다중 각도가 동시에 액세스 될 수 있을 때 그들은 분리할 수 있기보다는 일반적으로 되며, 일반적인 입력 장치는 보통 한번에 단일 축 또는 자유도를 따라서 이동되기 때문에 고정된다.

일단 4도의 자유도만이 필요하게 되면, 베이직 모션은 전체 손 번역, 핑거를 균일하게 플렉싱 또는 연장함으로써 손 스케일링, 및 손 회전일 수 있다. 마주볼 수 있는 엄지손가락을 직각적으로 포함하는 모션을 이용하기 때문에 쉽게 할 수 없고, 목적 회전 및 크기의 그래픽 조종 태스크에 인식적으로 대응한다.

그것의 결점은 이 손 회전 및 스케일링 동안 모든 손가락들의 병진 운동 모션이 완전히 취소되지 않고 원하는 회전 또는 스케일링외에 또 몇몇 방향으로 네트 병진에 대신 추가될 수 있다는 점이다. 동시에 수행될 모든 모션들을 허용하기 위해 자유도가 의도하지 않은 병진들을 불안정하게 수행된 스케일링 및 회전으로부터 얼마동안 막기 위해, 모션 추출기는 바람직하게도 손가락들에 가중치를 주며, 손가락들의 병진은 가장 많이 취소되고 서로 관련된 속도에 따라 비선형적으로 속도 성분들을 스케일한다.

움직임 성분 추출기(16)내의 처리들은 도 34에 도시된다. 단계(500)는 먼저 소정 손에 대해 식별된 접촉 경로(250)를 인출한다. 이 경로는 모션 계산에 사용될 측면 속도와 근사치를 포함하며, 식별자들은 특정 모션 성분 계산을 낮추는 임의의 손가락들 또는 손바닥 밑부분의 모션이 덜 강조되도록하기 위해 필요하다.

다음 단계(502)는 핑거 근사치가 급속하게 변화하는 경우에 횡방향 접촉 속도에 대해 추가적인 필터링을 행한다. 이것은 핑거 이륙 및 표면상의 착지 동안에 손가락끝의 전면부는 종종 이전에 접지하고 있고 손가락끝의 등 뒤에 이륙하고 있어 핑거 중심에서의 순수한 하방향 또는 상향 횡해석을 초래하기 때문에 필요한 것이다. 이러한 근사치 의존 해석은 정밀 위치 결정 제어를 위해 손가락끝을 천천히 롤링하는 경우 잘 사용될 수 있지만, 핑거 이륙 동안에 선택된 위치에서 커서로 하여금 멀리 점프하도록 하는 경우 사용자에게 불편을 초래할 수 있다. 이것은 핑거 근사치에서의 커다란 변화에 비례하여 핑거의 횡방향 속도를 일시적으로 다운스케일링함으로써 방지된다. 손 내의 다른 핑거들은 하나의 핑거가 리프트오프할

때 약간 이동하는 경향이 있기 때문에, 각 핑거 속도의 추가적인 다운스케일링이 접촉 핑거들중의 최대 백분율에 응답하여 행해진다. 대안적으로는, 핑거 접촉 높이의 동시적인 변화에 비례하는 양을 횡방향 핑거 속도로부터 감산함으로써 보다 정밀한 역제가 달성될 수 있다. 이것은 핑거 이륙에 의해 야기된 횡방향 속도의 변동이 선 손가락끝 등의 이륙 또는 후 접지로 인한 접촉 높이의 변화에 비례한다.

도 36에 도시된 프로세스(504)의 세부 단계들은 방사(스케일링) 및 회전 모션으로부터 폴라 속도 성분을 측정한다. 엄지 배향 변화로부터 회전을 추출하지 못하는 경우, 적어도 2개의 접촉 핑거들이 손의 방사 속도 또는 각속도를 계산하는데 필요하다. 엄지 모션이 다른 손가락들끼리보다 더 무관하기 때문에, 스케일링 및 회전은 사용자가 핑거들중 하나가 대항할 수 있는 엄지인 경우 행하기가 보다 용이하지만, 측정 방법은 엄지 없이도 가능하다. 결정 다이아몬드(522)가 2개 이하의 핑거들이 표면에 닿는 지를 결정하는 경우, 단계(524)는 손의 방사 및 회전 속도를 0으로 설정한다. 도 35는 수축성 손 스케일링 동안에 각 핑거의 궤도를 도시한다. 엄지(201) 및 핑키(205)는 거의 동일한 속도로 거의 반대 방향으로 이동하므로, 그들의 모션의 합계는 제로 넷 해석에 대해 삭제되지만, 그들 모션의 차는 커다란 넷 스케일링에 대해 최대화된다. 중앙 핑거(202-204)는 또한 중심점을 향해 이동하지만 팜 힘이 고정되게 유지되어, 중앙 핑거들의 플렉싱을 보상하지 못한다. 그러므로, 중앙 핑거의 모션 및 다른 핑거의 모션 간의 차는 핑키 및 엄지 모션 간의 차보다 대개 적게 되고, 핸드 스케일링 동안의 중앙 핑거 속도들의 합계는 넷 수직 해석까지 부가시킨다. 이와 유사한 현상은, 포팜에서 중심화되는 것보다는 차라리 고정된 포팜의 손목에서 중심화되는 경우 넷 수평 해석이 핑거의 다른 조합으로부터의 모션의 합에서 발생하는 것을 제외하면, 손 회전중에 일어날 수 있다.

핑거 모션의 차가 엄지 및 핑키 간에 대개 최대가 되므로, 단계(526)만은 손 스케일링 및 회전 측정을 위해 내외측 접지 핑거들의 현재 및 이전 위치를 추출해낸다.

단계(528)는 대략 다음과 같은 식으로 최내 핑거 FI 및 최외 핑거 FO 간의 거리의 변화로부터 손 스케일링 속도  $H_{VS}$ 를 산출한다.

$$H_{vs}[n] = \frac{d(FI[n], FO[n]) - d(FI[n-1], FO[n-1])}{\Delta t} \quad (66)$$

여기서,  $d(FI[n], FO[n])$ 은 핑거들 간의 유클리디언 간격의 제곱근이다.

$$d(FI[n], FO[n]) = \sqrt{(FI_x[n] - FO_x[n])^2 + (FI_y[n] - FO_y[n])^2} \quad (67)$$

최내 또는 최외 핑거중 하나가 이전 근사치 영상 동안에 접지하지 않았던 경우, 간격의 변화는 0인 것으로 가정된다. 이와 유사하게, 단계(530)는 대략 다음의 식으로 최내 및 최외 핑거 간의 각도의 변화로부터 손 회전 속도  $H_{vr}$ 를 산출한다.

$$H_{vr}[n] = \left( \frac{\angle(FI[n], FO[n]) - \angle(FI[n-1], FO[n-1])}{\Delta t} \right) \times \left( \frac{d(FI[n], FO[n])}{\pi} \right) \quad (68)$$

\*

각도 변화는 해석 및 스케일링 성분과 동일한 단위로 변환시키도록 현재의 간격에 의해 승산된다. 이들 식들은 핸드가 전체로서 해석하는 경우라 할지라도 손 모션의 회전 및 스케일링 성분을 획득하므로, 자유도의 회전 및 스케일링 등급을 해석과 일체화시키게 된다.

상기 연산들이 엄지 및 핑키 또는 최내 및 최외 핑거들에 대해 제한되는 또다른 이유는, 사용자가 엄지 및 핑키가 정지 상태로 있는 동안 중앙 핑거들, 즉 인덱스, 미들, 링 핑거들에 따라 정밀한 해석 처리를 하기 원한다는 것이다. 중앙 핑거들 및 엄지 사이의 거리 및 각도의 변화가 상기 식 66-68에 의해 평균화된 경우, 이것은 불가능하다. 왜냐하면 중앙 핑거 해석들로 인해 고정 상태의 엄지 또는 핑키에 대한 회전 또는 스케일링이 일어나기 때문이다. 그러나, 엄지 검증 처리에 제공된 상기 식들 56-60은 단지, 핑거들 간의 고정 점에 대한 대칭적 회전 및 스케일링에 대해서만 민감하다. 이것은 소정의 유효 전체 손 해석이 발생하거나 핑거 모션이 보상성이 아닌 경우 0에 근접한다. 사용자가 회전 또는 스케일링 제스처 동안에 최외 핑거를 적당히 이동시키지 못하는 경우, 단계(531)는 최외 이외의 모든 접지 핑거들 및 엄지 사이의 회전 및 스케일링 속도를 산출하도록 식 56-60의 개략적인 형태의 식을 이용한다. 최종 결과 속도는 바람직하게는 해석 모션으로 인해서 고

정점 회전이나 스케일링이 0이 되게 하는 경우에 평균치라기 보다는 최대 동작을 통해 식 66-68의 결과와 조합된다. 마지막으로, 결정 다이아몬드(532)는 핑거 리프트오프 이전의 모션 동안에 방사상이나 회전 감속(534)에 대한 체크를 명령한다. 방사상 또는 회전 감속을 검출하는 방법은 해석 추출의 상세한 설명에서와 동일하다.

도 37은 도 34의 처리(506)로 언급된 손 해석 속도 측정에 대해 상세히 도시한다. 손 해석 속도를 산출하기 위한 최단의 방법은 각각의 핑거의 횡속도를 간단하게 평균화하는 것이다. 그러나, 사용자는 몇몇 핑거가 정지 상태로 있을 지라도, 얼마나 많은 핑거가 이동되느냐와는 상관없이 일정하게 되는 이득을 모션이나 제어가 표시할 것을 원한다. 또한, 사용자가 동시에 핸드를 스케일링 또는 회전하는 경우, 간단한 평균은 비삭제된 중앙 핑거 모션에 의해 야기된 의사 넷 해석에 대해 민감하다.

그러므로, 양호한 실시예에 있어서, 해석 성분 추출기는 평균 해석을 산출하기 전에 각 핑거에 대해 가중을 주의하여 할당한다. 단계(540)는 각 핑거의 해석 가중  $F_{i_{vw}}$ 을 그것의 총 접촉 근사치, 즉  $F_{i_{vw}}[n] = F_{i_N}[n]$ 으로 초기화한다. 이것은 표면에 닿지 않는 핑거들이 그들의 제로 속도와는 희석되지 아니하고 약간 닿는 핑거들만은 보다 적은 영향을 미칠 수 있게 한다. 왜냐하면, 그들의 위치 및 속도 측정치들은 보다 덜 신뢰하기 때문이다. 다음 단계(544)는 비교적 고정된 상태로 있는 핑거들의 가중을 경감시키므로, 의도적으로 이동시키는 핑거들의 이득을 표시하기 위한 제어는 희석되지 않는다. 이것은 다음의 식으로 대략 나타내어지는 바와 같이, 가장 빠르게 이동하는 핑거를 발견하고, 그것의 속도를 최대 핑거 속도로서 기록하고, 핑거 속도들의 최대치에 의해 분할된 속도에 비례하여 각 핑거의 해석 가중을 스케일링 함으로써 행해질 수 있다.

$$F_{i_{vw}}[n] := F_{i_{vw}}[n] \times \left( \frac{F_{i_{speed}}[n]}{\max_j F_{i_{speed}}[n]} \right)^{ptw} \quad (69)$$

여기서, 곱 ptw는 속도 의존도의 강도를 조절한다. 유의할 점으로는, 단계(544)는 사용자가 정상적 커서 모션 이득 및 저 이득 모드를 둘 다 원하는 컴퓨터 보조 설계 등과 같은 응용을 위해 생략될 수 있다는 점이다. 보다 낮은 커서 모션 이득은 정밀하고 짧은 범위의 위치 결정에 유효하고, 하나 또는 두 개의 핑거만을 이동시키고 나머지를 정지 상태로 있게 함으로써 액세스될 수도 있다.

단계(546)는 엄지 및 핑거가 정지 상태에 있는 동안 정밀한 해석 처리를 중앙 핑거들이 행하는 것을 막지 못하는 경우에도 손 스케일링 및 회전 동안에 중앙 핑거들에 대한 해석 가중을 감소시킨다. 하기의 식은 회전 및 스케일링 속도의 크기가  $K_{polarthresh}$ 와 비교할 때 유효하게 될 때 중앙 해석 가중을 다운스케일링함으로써 상기를 은은 곳 없게 할 수 있다.

$$F_{i_{vwx}}[n] \approx \frac{F_{i_{vw}}[n] \times K_{polarthresh}}{K_{polarthresh} + |H_{vr}[n]|} \quad (70)$$

$$F_{i_{vwy}}[n] \approx \frac{F_{i_{vw}}[n] \times K_{polarthresh}}{K_{polarthresh} + |H_{vr}[n]| + |H_{vs}[n]|} \quad (71)$$

여기서 이들 식들은 최내 및 최외 간에 식별자  $i$ 가 있는 중앙 핑거들에만 적용된다. 손 스케일링은 많은 수평 해석 바이어스를 야기하지 않기 때문에 수평 해석 가중  $F_{i_{vws}}[n]$ 은 상기 식(70)에서 손 스케일링 항의 부족하게 나타내어진 것과 같이, 손 스케일링 속도  $H_{vs}[n]$ 에 의해 영향 받을 필요는 없다. 최내 및 최외 핑거들의 해석 가중은 폴라 성분 속도, 즉  $F_{i_{vws}}[n] = F_{i_{vwx}}[n] = F_{i_{vw}}[n]$  및  $F_{O_{vws}}[n] = F_{O_{vwx}}[n] = F_{O_{vw}}[n]$ 에 의해 변화되지 않는다.

$$H_{vx}[n] = \frac{\sum_{i=1}^5 F_{i_{vwx}} F_{i_{vx}}}{\sum_{i=1}^5 F_{i_{vwx}}} \quad (72)$$

$$H_{vy}[n] = \frac{\sum_{i=1}^5 F_{i_{vwy}} F_{i_{vy}}}{\sum_{i=1}^5 F_{i_{vwy}}} \quad (73)$$

해석 계산의 마지막 부분은 리프트오프 이전에 핑거들의 횡감속에 대해 시험하는 것으로서, 이는 사용자가 커서 모션을 리프트오프시에 정지시키고자 하는지의 여부를 신뢰적으로 나타낸다. 감속이 리프트오프 이전에 검출되지 않은 경우, 사용자는 리프트오프 이후에 커서 모션을 계속하여 행하게 하거나, 사용자가 특수 "원샷" 명령을 출력시키고자 할 수도 있다. 판정 다이아몬드(550)만은 감속 측정을 방해하는 것으로부터 핑거 리프트오프를 수반할 수 있는 핑거 중심에서의 변동을 방지하는데는 너무 빨라서 핑거 근사치가 떨어지지 않는 동안에 감속 테스트를 행한다. 단계(551)는 바람직하게는 윈도우 평균 또는 오토레그레시브 필터에 의해 계산된 과거 평균 해석 속도에 대한 현재 해석 속도의 비  $l(H_{vx}[n], H_{vy}[n])$  또는 퍼센트 가속을 계산한다. 결정 다이아몬드(552)에 의해서 해석 감속 플래그는 가속비가 임계치 미만인 경우 556으로 설정되도록 한다. 이 임계치가 1보다 크게 설정되면, 사용자는 커서 모션의 지속을 위해 리프트오프 이전에 핑거들을 가속시켜야 할 것이다. 임계치가 1이하로 설정되면, 커서 모션은 리프트오프 이전에 일정한 횡속도를 사용자가 유지하는 한 신뢰할 수 있게 계속될 것이지만, 사용자가 커서를 느리게 움직이거나 표시 타겟 영역으로 가까이 가면, 감속 플래그가 설정된다. 결정 다이아몬드(554)는 또한 현재 해석 방향이 과거 방향의 평균과 실질적으로 다른 경우 감속 플래그가 설정되게 할 수 있다. 이러한 방향의 변화는 손 모션 궤도가 곡선으로 되는 것을 나타내고, 그 경우에 커서 모션은 사용자의 의도된 타겟으로의 방향을 정확하게 결정하는 것이 매우 곤란하기 때문에 리프트오프 이후에 지속되지 않아야 된다. 감속 및 궤도가 검출되지 않은 경우에, 단계(558)는 해석 감속 플래그를 삭제한다. 이것은 핑거들이 이어서 리프트오프를 개시한다면 커서 모션을 지속할 수 있게 한다. 결정 다이아몬드(550)는 해석 감속 플래그의 상태가 리프트오프 도중에 변화되는 것을 방지하므로, 커서 모션을 계속하도록 리프트오프 이후의 결정은 리프트오프가 개시되기 전에 감속 플래그의 상태에 의존한다. 최종 단계(560)는 계속된 커서 모션의 속도를 리프트오프 이후로 되게 할 수 있는 손 해석 속도 벡터의 오토레그레시브 또는 이동 윈도우 평균을 갱신한다. 도 40에서 논의되었지만, 계속된 커서 모션 신호들의 실제 발생은 코드 모션 인식기(18)에서 일어난다.

이 커서 모션 지속 방법은 종래 기술의 모션 재개 방법에 비해 다수의 이점을 갖는다는 것에 유의한다. 모션 지속에 대한 결정은 소정의 속도 범위로 원래부터 정규화하는 백분율 가속에 의존하기 때문에, 사용자는 매우 느린 속도를 포함하는 광범위한 속도 범위로부터 모션 지속을 의도적으로 부추긴다. 따라서, 사용자는 판독가능한 속도에서 문서를 자동 스크롤하도록 느린 모션 지속을 직접적으로 기동할 수 있다. 이것은 사용자의 모션이 고속 임계치를 초과하는 경우에 모션을 지속하는 미국특허공보 제4734685호에서의 와타나베의 방법에서는 성립하지 않으며, 낮은 핑거 속도에 대해 구동되는 경우 사용자가 커다란 타겟에 대한 접근시에 감속하지만 리프트오프 이전에 완전히 중지시키지 못할 때 모션을 지속시키지 못하는 미국 특허 공보 제 5327161호에서의 로간 등의 방법에서도 성립하지 않는다. 백분율 감속 역시 경계 영역내의 핑거의 위치보다는 더 명확하게 사용자 의도를 포착한다. Gillespie 등에 의한 미국 특허 공보 제 5543591호에서 이용되는 경계 영역에서의 핑거의 위치는 모호하다. 왜냐하면, 커서는 핑거가 경계에 들어갈 때 표시부상의 원하는 타겟에 다다를 수 있기 때문이다. 또한 터치패드 장치는 핑거가 이동 공간에서 밖으로 나간다고 생각하기 때문에 타겟을 지나쳐 커서 모션을 계속할 것이다. 한편 본 발명에서는, 가속비는 핑거가 물리적인 배리어를 치지 않고 감지 어레이의 단부를 슬라이드 오프할 수 있는 경우 거의 1로 유지하여, 모션 지속을 감지적으로 행하게 한다. 그러나, 핑거가 감지 어레이의 단부 상에서 횡단 또는 정지 이전에 감속하는 경우 커서는 원하는 대로 정지한다.

차동 손 압력 추출 처리(508)의 상세는 도 38에 도시된다. 압력이 일반적으로 골질(bony)의 손가락끝을 통해 단단한 표면에 가해질 때 손가락끝 근접이 빨리 충족된다. 만약 표면 자체가 아주 유연하지 않으면, 손가락끝 아래의 압축할 수 있는 소프트 펄프가 표면에 정지하도록 손가락끝 압력의 최대 동적 범위는 확장된 손가락들과 거의 평평하게 된 손에서 획득된다. 결정 마름모(562)는 그러므로 기울기 및 회전 손 압력 성분들이 단계(564)에서 0으로 설정되게 하며 손이 거의 평평하지 않으면 압력 추출이 억제되게 한다. 고유의 테스트에서, 손을 평평하게 하는(562) 단계는 5개의 손가락 대부분과 양쪽 손바닥 밀부분들이 3각과 같이 기술적으로 단지 3개의 비공통선형 손 접촉들이 기울기와 회전 압력들을 확립하는데 필요하다 하더라도, 손 압력 측정의 정밀을 최대화하기 위해 표면을 터치하는 것을 보장하는 손가락 카운트이다. 판단 마름모(562)는 사용자가 표면에 5개의 모든 손가락들 놓여있고, 표면에 손바닥 밀부분을 간단히 탭핑하고 표면에 손바닥 밀부분을 최종 정지시키는 것과 같은 직관적인 몸짓으로 명쾌하게 3차원 조종을 할 수 있도록 또한 요청할 수 있다. 판

단 마름모(566)는 단계(568)가 모든 접촉들의 근접도가 이 개시순서의 끝에서 안정화될 때 각 접촉 경로에 대한 기준 근접도들을 포착하고 저장하도록 한다. 기울기 및 회전 압력 성분들은 이 측정이 수행되는 동안 센서 어레이 스캔 사이클에 대해 다시 0(564)으로 된다.

그러나, 연속적인 스캔 사이클 동안 사용자는 손가락 끝으로 보다 강하게 누르기 위해 손을 앞으로 기울일 수 있거나 또는 손바닥 밑부분으로 보다 강하게 누르기 위해 손을 아래로 기울일 수 있으며 또는, 사용자는 연분홍 및 바깥 손바닥 밑부분 상으로 손을 밖으로 향하게 할 수 있고 또는 엄지, 집게 손가락 및 안쪽 손바닥 밑부분으로 보다 강하게 누르기 위해 손을 안쪽으로 향하게 할 수 있다. 단계(570)는 현재 접촉 위치들의 가중된 평균을 계산하기 위해 계속될 것이다. 단계(572)는 아직도 표면에 대고 있는 각각의 손 부분에 대한 이전에 저장된 기준 근접도에 대한 현재 근접도의 비를 계산한다. 유연한 손 일부를 들어올리는데 덜 민감한 비율을 얻기 위해, 단계(574)는 근접도내에서만 증가하는 것과 같거나 보다 크게 잘려지고 기울기 및 회전 측정들내의 레지스터를 누른다. 다른 평균 접촉 경로 위치는 단계(576)에서 계산되며, 이는 각 경로에 대한 상기 계산된 근접 비율에 의해 가중된다. 단계(578)에서 취해진 이 가중되고 가중되지 않은 접촉 위치 평균들 사이의 차는 벡터를 산출하며 벡터의 방향은 회전 또는 기울기 방향을 나타낼 수 있고 벡터의 크기는 x 와 y 축에 대한 회전 또는 기울기 비를 제어할 수 있다.

가중 및 비가중 위치 평균들이 현재 접촉 손가락들의 위치들에만 영향을 미치고 접촉 압력 또는 근접도에서 증가하므로, 방법은 손가락 흔들림에 덜 민감한 것이다. 근접도에서 절대적인 변화보다도 단계(572)에서 정규화된 기준 근사치비율들의 산출은 큰 손바닥 밑부분 접촉이 가중 평균 위치에 과도한 영향을 미치는 것으로부터 막는다.

현재 접촉 위치들만이 평균 위치 계산에 사용되므로, 회전 및 기울기 벡터는 측면 모션이 손가락 누르기를 방해하지 않는 한, 즉 완전하게 달성되는 손 병진 또는 회전과 같은 측면 모션들에 독립적이다. 그러나, 손 스케일링 및 차동 손 압력은 같은 시간에 사용하는 것이 어려운데 일반적으로 유연한 손가락들은 손가락 끝 접촉 영역에서 현저히 감소하기 때문이며 손가락 끝 압력 변화의 결과를 방해한다. 이것이 심각한 문제일 때, 총 손 압력 성분은 손 스케일링 성분을 대신하여 제 6 자유도로 사용될 수 있다. 이 총 압력 성분은 z축을 따라 커서 속도를 접촉 근접도의 평균 편차에 비례하게 한다. 대안적인 실시예들은 정지한 손 압력의 느린 변화에 대해 기준 근접도를 적응시키는 단계와 작은 크기들의 압력 차 벡터들을 무시하는 데드 존 필터를 적용하는 단계 등에 대한 향상을 포함할 수도 있다.

극 속도, 병진 속도, 및 합성 벡터들이 서로 독립적인 손 압력 성분을 측정하기 위해 주의함에도 불구하고, 손 스케일링, 회전 또는 병진 동안 고르지 않는 손가락 모션은 또 다른 것을 움직이기 위한 첫 시도동안 하나의 자유도의 측정시 여전히 중요하지 않은 혼란을 야기할 수 있다. 도 34의 단계들(510 및 512)에 적용된 비 선형 필터링은 최대의 영향력을 가진 성분들과 거의 정지한 성분들 사이의 남아있는 모션 누출양을 제거한다. 단계(510)에서 각 성분 속도는 최대의 모든 성분 속도들에 대한 평균 속도의 비율에 의해 다운스케일되며 최대의 영향력을 가진 성분 속도는

$$H_{vx}[n] = H_{vx}[n] \times \left( \frac{H_{yspeed}[n]}{dominantspeed} \right)^{pds} \quad (74)$$

$$H_{vy}[n] = H_{vy}[n] \times \left( \frac{H_{yspeed}[n]}{dominantspeed} \right)^{pds} \quad (75)$$

$$H_{vs}[n] = H_{vs}[n] \times \left( \frac{H_{sspeed}[n]}{dominantspeed} \right)^{pds} \quad (76)$$

$$H_{vr}[n] = H_{vr}[n] \times \left( \frac{H_{rspeed}[n]}{dominantspeed} \right)^{pds} \quad (77)$$

여기서  $H_{yspeed}[n]$ ,  $H_{sspeed}[n]$  및  $H_{rspeed}[n]$ 은 병진 속도, 스케일링 속도 및 회전 속도의 시간상의 자기 회귀 평균들이며, 여기서

$$dominant\_speed = \max(H_{yspeed}[n], H_{sspeed}[n], H_{rspeed}[n]) \quad (78)$$

여기서 pds 는 필터의 세기를 제어한다. pds가 무한대를 향하여 조정될 때 최대의 영향력을 가진 성분은 선택되며 최대의 영향을 가진 것 보다 작은 모든 성분들은 이미 공지된 출원에 결과로 직교 커서를 산출하는, 0으로 향하는 경향이 있다. pds가 0으로 향하게 조정될 때, 필터들은 영향을 받지 않는다. 바람직하게도, pds는 최대의 영향력을 가진 것보다 현저히 느린 성분들이 보다 느리게 되는 사이에 놓여지며, 속도에 있어 최대의 영향력을 가진 것과 근접한 성분들은 거의 영향을 미치지 않으며, 즉시 다수의 자유도에서 대각선 모션의 가능성을 보존한다.

자기 회귀 평균은 장기간의 최대의 영향력을 가진 성분 또는 성분들을 고르는 것을 도우며 최대의 영향력을 가진 성분들이 천천히 멈추는 동안 다른 것들도 심지어 멈춰진다.

단계(512)는 데드존 필터로 공지된 관련된 필터를 제 2 패스로 취한다. 데드존 필터는 속도 임계보다 작은 입력 속도에 대해 0 출력 속도를 산출하지만 입력 속도와 임계를 초과하는 입력 속도들의 임계 사이의 차와 비례하여 출력 속도를 산출한다. 바람직하게도, 속도 임계 또는 데드 존 폭은 현재 성분 속도들의 최대 마찰로 설정된다. 모든 속도 성분들은 동일한 데드 존 폭을 사용하여 필터링된다. 최종 추출된 성분 속도들은 임의의 입력 이벤트들이 모션들로부터 발생되어야만 하는지를 결정하는 감정 모션 인식기 모듈(18)로 향하게 된다.

도 39a는 손가락 동기 검출 모듈(14)의 상세를 도시한다. 하기에서 기술된 동기 검출 처리는 각 손에 대해 독립적으로 반복된다. 단계(600)는 근사치기록 기구와 손의 현재 경로에 대한 식별자를 인출한다. 식별자들은 손바닥 경로를 무시하고 동기화된 손가락들의 조합들을 식별하기 위해 필요하며 근사치기록 기구는 각 접촉 경로가 먼저 근사치임계를 넘을 때의 시간을 기록하며, 근사치기록 기구는 각 접촉 경로가 먼저 압력 근사치임계를 넘을 때의 시간과 각 접촉 경로가 총 들어올려지기 전의 투하 근사치임계하에서 떨어지는 시간을 기록한다. 분할 검색 처리(264)에 의해 중요하게 고려된 최소 근접도보다 이 근사치임계들을 다소 높게 설정하는 것은 손가락 압력과 해제 시간들을 보다 정밀하게 산출한다.

단계(603)는 대략 같은 시간에 아래로 누르는 손가락들의 부분집합과 대략 같은 시간에 들어올리는 손가락들의 부분집합을 검색한다. 이는 압력 근사치임계를 교차할 때 임의의 순서로 된 리스트에서 그 압력 시간을 따라 각 손가락 경로를 기록함으로써 행해질 수 있다. 손바닥의 첫 기능은 손 아크 정지동안 팔뚝을 지탱할 것이며 손바닥 활동은 타이핑(12) 및 차동 손 압력 추출 동안 손바닥 밑부분 압력들이 이 리스트와 대부분의 다른 동기 테스트들로부터 배제될 수 있음을 제외하고 감정 모션 인식기들(18)에 의해 무시된다. 2개의 가장 최근의 손가락 압력들 사이의 동기를 검사하기 위해, 리스트에 기입하는 2개의 가장 최근의 압력 시간들이 비교된다. 압력 시간들 사이의 차가 일시적인 임계보다 작은 경우, 2개의 손가락 압력들은 동기화된 것으로 간주된다. 아닌 경우, 가장 최근의 손가락 압력이 비동기화된 것으로 간주된다. 5개에서 3개 또는 그 이상의 손가락들 사이의 동기는 3개, 4개, 또는 5개 이상의 최근 리스트 기입의 압력 시간들을 비교함으로써 발견된다. 가장 최근의 압력 시간의 기입은 일시적인 임계의 n 번째 최근 기입내에 있는 경우, n 개의 가장 최근의 손가락 압력들 사이의 동기는 표시된다. 손 양단의 터치다운내의 부정확성을 수용하기 위해, 일시적인 임계의 크기는 동기를 위해 테스트되는 손가락들의 수에 비례하여 다소 증가되어야 한다. 동기화된 것이 발견된 최근의 손가락 압력들의 가장 큰 집합은 동기화된 부분집합으로 기록되며 이 부분집합을 포함하는 손가락 식별자들의 조합은 통상적으로 손가락 식별자 비트필드에 저장된다. 용어 부분집합은 동기화된 압력 부분집합이 현재 표면을 터치하는 모든 손가락들을 포함하지 않기 때문에 손가락이 다른 손가락이 그들과 동시에 터치다운하는 것과 같이 터치하는 것이 아직 남아있는 것보다 더 일찍 터치다운할 때 발생하는 것과 같이, 사용된다. 손가락 해제 시간들의 순서화된 리스트는 유사하게 유지보수되며 개별적으로 검색된다. 대안적인 실시예는 동기화된 압력 부분집합내에 포함될 표면을 아직도 터치하는 손가락을 요청할 수도 있다.

판단 마름모(602)는 동기 기록 기구가 이전 영상 스캔 사이클에 계류중인지 여부를 검사한다. 그렇지 않은 경우, 판단 마름모(604)는 검색(603)이 현재 근사치영상에서 최근에 동기화된 압력 부분집합을 발견했는지 여부를 검사한다. 그런 경우, 단계(606)는 새로운 동기화된 부분집합내의 가장 나중에 눌러진 것에 대해 일시적인 동기 기록 기구를 설정한다. 부가적인 손가락 압력이 이 일시적인 동기 기록 기구의 값에 영향을 미치지 않는 나중의 스캔 사이클들 동안 부분집합에 부가될 수도 있다. 현재 손가락 압력 동기가 없는 경우, 판단 마름모(605)는 3개 또는 그 이상의 손가락들이 동시에 해제되었는지 여부를 결정한다. 3개 또는 그 이상의 손가락들의 동시 해제는 한 세트의 손가락들로 타이핑하는 동안 발생하지 않지만 휴지로부터 손가락을 표면으로 들어올릴 때 발생한다. 그러므로 3개 또는 그 이상의 손가락들의 동시 해제는 해제된 손가락들이 키프레스로 의도되지 않으며 같은 손가락들이 동기적으로 터치다운되는지 여부와는 상관없이 키프레스 큐(605)로부터 삭제되어야 함을 확실하게 나타낸다. 2개의 손가락의 해제 동기는 그 자체로 의향을 타이핑하는 믿을 만한 표시기는 아니며 키프레스 큐에 영향을 미치지 않는다. 키프레스 큐는 도 42-43b에 나중에 기술된다.

손에 대한 누르는 동기 기록 기구가 계류 중일 때, 추가의 처리 단계는 동기화된 눌러진 손가락 수를 검사하며 동기화된 손가락들의 해제를 기다린다. 판단 마름모(608)는 동기화된 압력 부분집합에서 3개 또는 그 이상의 손가락들을 찾으며, 사용

자는 가능한한 이 손가락들로 타이핑할 수 없다. 그러므로 단계(612)는 키프레스 큐에서부터 3개 또는 그 이상의 동기화된 압력들을 즉시 삭제한다. 이 방법은 키 심별 전송을 호스트로 하게 하며, 이후의 비동기 압력들에서 키 심별들의 전송은 해제될 동기화된 손가락들을 기다리게 블록화되지 않는다.

그러나, 동기가 2개의 손가락 압력들(608)을 포함할 때만, 사용자가 손가락 쌍 줄을 가볍게 두드릴지 또는 2개의 인접한 키들을 타이핑할지 여부를 아는 것은 어려우며 잘못하여 동시에 키를 누르는 것이 발생할 수 있다.

이와 같은 임시 동시 프레스는 통상 2개의 핑거들의 비동기 릴리스에 의해 추종되지만 핑거 쌍 코드들은 동기적으로 릴리스되므로, 프레스가 비동기 키 탭들 또는 코드 탭들인가의 여부의 판정은 핑거 릴리스가 동기화를 위해 검사될 수 있을 때까지 지연되어야 한다. 한편, 단계 610은 키프레스 큐 상에 홀드를 놓아 키 가능한 핑거 코드 또는 임의의 후속 핑거 프레스로부터 심볼이 전송되는 것을 방지한다. 키 전송시 긴 백업을 방지하기 위해, 판정 다이아몬드(614)는 양 핑거들이 장시간 터치를 유지하면 키프레스 큐로부터 동기된 프레스를 삭제하는 단계 615를 가짐으로써 큐 홀드를 실제로 릴리스한다. 이것은 프레스가 키 탭으로서 의도된 가설을 쓸모 없게 하지만, 프레스는 또한 핑거가 터치다운 후 곧바로 상승되면 키 탭이 되는 경향이 덜하다.

동기화된 핑거가 상승되지 않으면, 판정 다이아몬드(616)는 동기화 마커 펜딩을 벗어나 동기화가 검사한 다음 스캔 사이클후 갱신된 경로 패러미터(600)로 계속될 수 있다. 동기화된 핑거들이 상승되고, 그러나 판정 다이아몬드(618)가 동기화 릴리스 서치(603)의 도움으로 이들이 그러한 비동기(618)를 행하고 있다는 것을 발견하면, 단계 622는 임의의 동기화된 핑거 쌍이 2개의 키프레스가 되도록 의도된 것으로 가정하면 키프레스 큐 대에 임의의 홀드를 릴리스한다. 동기화된 핑거 플레스가 이 때에 키프레스 큐로부터 삭제되지 않지만, 눌린 서브세트가 2이상을 포함하면 이들은 이미 단계 612에서 삭제되었다. 또한, 단계 624는 임시 동기화 마커를 클리어하며, 더 이상의 동기화 실험은 이 서브세트를 위해 행해질 필요가 없다는 것을 나타낸다. 도 39B에 계속하여, 핑거들이 터치다운 중 동기화되고 또한 상승되면, 단계 618은 포지티브 릴리스 동기화 시험인 경우에 키프레스 B로부터 임의의 홀드 및 이들을 제거한다. 추가의 테스트는 동기화된 핑거가 추가의 코드 탭 조건과 일치하는지의 여부의 판정이 이어서 행해진다. 단일 핑거 탭에 있어서, 동기화된 핑거들은 이들이 코드 탭으로서 한정되는 것이면 약 절반 이상의 표면 상에 유지될 수 없다. 판정 다이아몬드(626)는 이것을 최후의 나머지 동기화 핑거와 임시 프레스 동기화 마커의 릴리스 사이의 시간을 넘음으로써 시험한다. 코드 탭은 또한 제한된 양의 측방향 핑거 운동을 나타내고, 피크 핑거 속도 또는 판정 다이아몬드(628)의 터치다운 이래로 이동된 거리의 평균으로서 측정된다. 킥 릴리스 및 한정된 측향 움직임 조건과 부합하지 않는다면, 단계 624는 동기화 마커를 동기화된 핑거가 단지 정지 핑거 또는 코드 슬라이드의 부분 중 어느 하나이다라는 결론을 클리어한다.

코드 탭 조건이 일치하면, 단계 630는 동기화된 서브세트 비트필드를 사용하여, 코드 잭에 핑거의 조합으로 할당된 마우스 클릭 또는 키보드 명령 등의 어떤 입력 이벤트를 탐색한다. 모두 4개의 손가락끝을 구비하는 이와 같은 것들의 몇몇 코드는 레스팅 코드(634)로서 예약되어도 되며, 이 경우 판정 다이아몬드(632)는 이들이 입력 이벤트와 관련이 없다는 것을 발견할 것이다. 코드가 탭 입력 이벤트를 가지면, 단계 636는 이들을 호스트 통신 인터페이스(20)의 메인 유출 이벤트 큐에 첨부한다. 끝으로 단계 624는 주어진 손의 미래의 핑거 동기화 준비에 동기 마커를 클리어한다.

타이핑 중 코드 탭이 임의로 발생하는 것에 대한 추가의 예방 조치로서, 판정 다이아몬드(632)가 사이의 코드 슬라이드 없이 유효 키프레스 직후 오는 제 1 코드 탭을 단계 634를 통해 무시하는 것이 유용하다. 통상적으로 타이핑후 사용자는 클릭, 인터브닝 코드 슬라이드를 요구하기 전에 마우스 커서를 재위치시킬 필요가 있다, 마우스 커서가 타이핑 후 제 이치에 이미 있으면, 사용자는 보내질 클릭을 위한 제 2 시간 핑거 코드를 두드려도 되지만, 이것은 타이핑 세션의 중간에 의도되지 않은 마우스 버튼 클릭을 일으키는 우연한 코드 탭을 가지는 것보다 위험성이 적다.

도 40A는 코드 모션 인식기 모듈(18)의 상세한 단계를 나타낸다. 이하에 상세히 기술되는 코드 모션 인식 처리는 각 손에 대해 독립적으로 반복된다. 단계 650은 움직임 추출 모듈(16)로부터의 손의 식별 경로(250)와 추출된 손 움직임 성분의 패러미터를 검색한다. 핑거 코드의 슬라이드가 아직 시작되지 않았으면, 판정 다이아몬드(652)는 슬라이드 개시 시험(654, 656)을 명령한다. 타이핑 중 핑거 잭을 글랜싱하는 것을 슬라이드가 구분하기 위해, 판정 다이아몬드(654)는 손으로부터의 적어도 2개의 핑거가 개시를 위해 슬라이드 모드를 위한 표면을 터치할 필요가 있다. 이러한 규칙 이외에도 몇 가지가 있다. 예를 들면 단일 핑거가 1초내에 이전 슬라이드를 재점유하도록 하는 것 또는 이전 슬라이드 코드가 표면을 떠나는 것을 들 수 있다.

바람직한 실시예에 있어서, 사용자는 슬라이드를 개시할 수 있고 그 코드를 2개의 방법 중 하나로 지정할 수 있다. 첫 번째 방법에 있어서, 사용자는 표면 위에서 손 플로팅(hand floating)을 개시하고, 몇몇 손가락을 표면 위에 가능한 한 비동기적으로 놓고, 이들 모든 손가락을 옆으로 이동시키기 시작한다. 판정 다이아몬드(656)는 중요한 모션이 터칭 핑거 모두에 검출될 때에만 슬라이드 모드를 개시한다. 단계 658는 터치다운 동기화에도 불구하고, 중요한 모션이 검출될 때 터치는 핑

거의 조합으로부터 코드를 선택한다. 이 경우 터칭 핑거의 모두에서 모션의 간접성의 초기화는 정지 핑거로부터 슬라이드를 구별하기에 충분하므로, 터치다운의 동기화가 불필요하다. 또한, 무경험 사용자는 다수의 핑거가 필요하다는 것을 망각하고, 단지 하나의 손가락을 표면 위에 놓고 슬라이드 시킴으로써 슬라이드를 개시하고자 하는 잘못을 저질러 수 있다. 비동기 터치다운의 허용은 코드에 대한 요구되는 나머지 핑거를 연속하여 놓고 슬라이딩함으로써 이들이 이것을 이음매 없이 정정할 수 있게 한다. 슬라이드 코드는 이후 사용자가 모든 손가락을 강제로 픽업하지 않고 초기화하고 동기화된 손가락 터치다운으로 개시할 수 있다.

두 번째 방법에 있어서, 사용자는 표면 위에 정지하고 있는 다수의 손가락으로 개시하고, 이들 손가락들의 서브세트를 상승시키고, 서브세트를 동기적으로 표면상에서 다시 터치하여 코드를 선택하고, 슬라이드를 개시하기 위해 서브세트를 옆으로 이동시키기 시작한다. 판정 다이얼몬드(656)는 실제적으로 동기화된 서브세트의 핑거 모두의 중요한 모션을 검출했을 경우 슬라이드 모드를 개시한다. 이러한 과정 중 표면 위에 정지하고 있는 핑거가 움직이기 시작하는지의 여부는 중요한 것이 아니다. 왜냐하면 이 경우 선택된 코드가 모든 터칭 핑거의 세트로부터가 아닌 동기화된 프레스 서브세트의 손가락의 조합에 의해 단계 658에서 결정된다. 이러한 제 2 방법은 사용자가 슬라이드 개시전 표면으로부터 전체 손을 상승시키지 않아도 되는 이점을 가지지만, 대신에 표면에 정지하고 있는 대부분의 손의 중량을 벗어나야 하고 가장 공통의 핑거 코드를 식별하기 위해 필요한 2개 또는 3개의 손가락을 들고 눌러야 한다.

놓여있는 손가락 위치에서의 임의의 시프트를 위한 보다 허용 오차를 제공하기 위해, 판정 다이얼몬드(656)는 모든 관련 핑거가 큰 속도로 이동하고 이들이 동일 속도로 이동하는 것 모두를 요구한다. 이것은 핑거 속도의 기하학적 수단을 스트레스홀딩하거나 가장 빠른 핑거 속도를 스트레스홀딩하고 가장 빠른 핑거 속도의 최소 분수를 변화시킴으로써 검사되고 가장 느린 핑거 속도를 변경시키는 것은 적어도 가장 빠른 손가락 속도의 최소 플렉션이다. 코드 슬라이드가 초기화되면, 단계 660은 적어도 터칭 손가락 또는 동기화 서브세트가 상승될 때까지 키 또는 코드 탭의 인식을 디스에이블한다.

일단 슬라이드가 개시하면, 코드 움직임 인식기는 단순하게 호스트로의 핑거 식별자의 선택된 조합과 쌍을 이루는 원래의 성분 속도를 보내기 시작한다. 그러나, 종래의 입력 장치의 마우스와 키 이벤트 포맷과의 백워드 호환성의 관심에 있어서, 도 40B의 움직임 이벤트 발생 단계는 선택된 코드의 식별자에 의존하는 표준 마우스와 키 명령 이벤트에 추출된 자유도로 움직임을 변환한다. 이와 같은 움직임 변환을 지원하기 위해, 단계 658는 록업 테이블에서 동기화된 서브세트의 터칭 핑거 또는 핑거 중 어느 하나의 식별자의 비트필드를 사용하여 코드 액티버티 구조를 찾는다. 상이한 핑거 식별자 조합은 동일한 코드 액티버티 구조와 관련이 있다. 바람직한 실시예에 있어서, 동일한 수의 엄지 손가락이외의 핑거 팁과의 모든 손가락 조합은 동일한 코드 액티버티 구조와 관련이 있으므로, 슬라이드 코드 액티버티는 엄지가 터치되는지의 여부와 얼마나 많은 엄지가 아닌 손가락이 터치되고 있는가를 구별한다. 이들 조합보다는 다수의 핑거 팁의 코드 작용에 기초하는 것은 손 당 7개의 코드까지 제공한다. 사용자는 핑거 팁이 단지 하나, 둘 또는 3개의 핑거 팁을 필요로 하는 코드에 사용되는 선택 및 변경하기 위한 자유도를 가진다. 모든 터칭 핑거 팁은 사용자가 기억하여 수행하기 쉬운 코드를 만든다. 이러한 자유도가 주어지면, 사용자는 약지 등의 손가락이 상승되지만 가운데 및 핑키 등의 주위의 손가락이 터치되는 조합보다는 자연적으로 모든 터칭 핑거 팁이 인접하는 조합을 꺼내려고 하는 경향이 있다. 하나의 코드 타이핑 연구는 모든 눌린 손가락이 가능한 한 2배로 빠른 다른 코드가 인접하는 이들 손가락 코드를 사용자가 두드릴 수 있다는 것을 발견하였다.

각 코드 액티버티 구조의 이벤트는 슬라이스로 조직된다. 각 슬라이스는 추출된 자유도 내에서의 속도 및 방향의 특정 범위의 움직임에 응답하여 발생될 이벤트를 포함한다. 예를 들면, 마우스 커서 슬라이스는 임의의 병진 속도 및 방향이 할당된다. 그러나, 텍스트 커서 조종은 4개의 슬라이스, 즉 각 화살표 키에 대해 하나를 필요로 하고 각 화살표의 슬라이스는 병진의 좁은 방향 범위에서 움직임을 통합한다. 각 슬라이스는 또한 가가 자유도에 대해 움직임 감도 및 소위 커서 가속 페러미터를 구비한다. 이들은 호스트 컴퓨터 시스템의 존재에 의해 예측되는 화살표 키 클릭 또는 마우스 클릭 등의 유닛으로의 움직임을 분리하는 데 사용된다.

코드 움직임 변환의 단계 675는 처리하기 위해 주어진 코드 액티버티 구조의 제 1 슬라이스를 취한다. 단계 676는 슬라이스 움직임 감도 및 가속 페러미터에 의해 추출된 속도 성분의 현재 값을 스케일링한다. 단계 677는 정해진 속도 성분을 슬라이스 스케일링 속도 및 방향 범위로 투영 또는 클립한다. 예로 든 마우스 커서 슬라이스에 있어서, 이것은 단지 회전을 클립하는 것 및 성분을 0으로 스케일링하는 것을 포함한다. 그러나 화살표 키 슬라이스에 있어서, 병진 속도 벡터는 화살표로서 동일 방향을 가리키는 유닛 벡터에 투영된다. 단계 678는 판정 다이얼몬드 680이 움직임의 적어도 하나의 유닛이 누산되었는지의 여부를 판정할 때까지 슬라이스 누산기에서 시간에 대해 각각 스케일링되고 투영된 성분 속도를 적분한다. 단계 682는 슬라이스 우선 마우스, 키, 또는 3차원 입력 이벤트 포맷을 찾고, 누산된 움직임 유닛의 수를 이벤트에 첨부하고, 단계 684는 이 이벤트를 호스트 통신 인터페이스(20)의 유출 큐에 보낸다. 단계 686은 보내진 움직임 이벤트를 누산기로부터 감산하고, 단계 688은 다른 슬라이스의 누산기를 선택적으로 클리어한다. 슬라이스가 손 움직임 당 단일 키 명령을 발생하고자 하면, 판정 다이얼몬드(689)는 단계 690은 상이한 방향의 인터브스와 함께 슬라이스까지 그것으로써

터 추가의 이벤트 발생을 불가능하게 하기 위해 이 판정 다이어몬드가 원-샷 슬라이스인 것을 판정한다. 주어진 슬라이스가 최종 슬라이스이면, 판정 다이어몬드는 단계 650으로 복귀하여 센서 어레이의 다음 스캔을 대기한다. 한편, 단계 694는 다른 슬라이스에 대한 현 움직임에 통합하여 변환한다.

도 40A를 다시 참조하면, 몇몇 응용에 있어서, 추가의 핑거가 터치 다운하고 코드의 손가락 중 하나가 상승될 때는 언제라도 선택된 코드를 변경하는 것이 바람직하다. 그러나, 바람직한 실시예에 있어서, 선택된 코드는 비동기 핑거 터치 액티버티에 의한 슬라이드 개시후 변경될 수 없다. 이것은 원하는 자유도에서 가장 양호한 정밀도를 얻는 필요한 추가의 손가락을 놓거나 들어올릴 수 있는 자유도를 사용자에게 제공한다. 예를 들면, 손가락 쌍 코드가 엄지를 포함하지 않지만, 엄지가 회전 전 다이나믹 레인지를 액세스하고 자유도를 스케일링하기 위한 슬라이드 개시직후 설정될 수 있다. 실제로, 모든 나머지 상승된 손가락은 항상 전 손에 의해 조종을 허용하기 위해 임의의 코드의 개시 후 설정될 수 있다. 마찬가지로, 모든 손가락 그러나 하나의 손가락이 상승될 수 있고, 병진운동은 계속될 것이다.

비동기 핑거 터치 동작이 무시되더라도, 슬라이드 초기화에 후속되는 다중 핑거의 동기화된 리프팅 및 프레싱은 새로운 동기화된 서브세트를 발생시키고 선택된 코드를 변경시킬 수 있다. 양호하게, 이것은 핸드는 멈췄지만 그 핑거는 아직 표면에 놓여 있는 동안에만 허용된다. 결정 다이어몬드(decision diamond)는 새로운 서브세트를 검출하고, 결정 다이어몬드(656)와 유사한 결정 다이어몬드(673)내의 운동 테스트를 시작할 것이다. 새로이 동기화된 서브세트의 모든 핑거에서 중요한 운동이 발견되면, 단계(674)는 슬라이드 코드로서 새로운 서브세트를 선택하고, 단계(658)와 유사하게 새로운 코드 동작 구조를 조사할 것이다. 따라서, 핑거 동기화가 다시 사용자로 하여금 표면으로부터 손 전체를 들어올리도록 강요하지 않고 사용자로 하여금 다른 동작으로 스위칭하도록 허용한다. 속도 성분의 통합이 재개되지만, 새로운 코드 동작 구조로부터 발생된 이벤트는 아마도 다를 것이다.

코드 동작 구조가 선택된 가시적 또는 가청적 피드백을 사용자에게 제공하는 것이 이롭다. 이것은 표면에 사용될 핸드당 하나의로우씩 멀티터치 표면의 상부를 가로질러 5개의 광방출 다이오드의 한로우를 위치시키므로써 가시적으로 달성될 수 있다. 슬라이드 모드에 들어갈 때에, 단계(658)는 선택된 코드내의 핑거들의 조합에 대응되는 이러한 광의 조합을 턴오프할 것이다. 단계(674)는 사용자가 새로운 코드를 선택하면 새로운 코드 동작에 맞추도록 액티브 광의 조합을 변경할 것이고, 단계(668)는 액티브 광들의 조합을 턴오프할 것이다. 유사한 광이 호스트 컴퓨터 디스플레이(24)상에 에플레이트될 수 있다. 광은 또한 단계(636)에서 코드 탭 동안에 검출된 핑거 조합을 나타내도록 플래시될 수 있다. 가청적 피드백을 위한 실시는 광의 조합이 톤 또는 톤 버스트 조합으로 대치될 것이라는 것을 제외하고는 유사할 것이다. 누적 및 이벤트 발생 프로세스는 결정 다이어몬드(664)가 초기화 조합으로부터 모든 핑거에 의한 리프트오프를 검출할 때까지 모든 어레이 스캔 사이클에 대하여 반복한다. 결정 다이어몬드(666)는 다음에는 지배적인 운동 성분의 프리-리프트오프 감속 플렉을 체크한다. 이 플렉의 상태는 병진운동이 지배적이면 병진운동 추출(도37)의 단계(556 또는 558)에 의해, 또는 극성(polar) 추출의 단계(534)에서 대응 플렉에 의해 결정된다. 상당한 감속이 존재하면, 단계(668)는 단순히 코드 슬라이드 모드를 벗어나고, 선택된 코드를 널(null)(영)로 셋팅한다. 플렉이 리프트오프 전에 상당한 핑거 감속을 나타내지 않으면, 결정 다이어몬드(666)는 선택된 코드를 위한 운동 계속 모드를 가능하게 한다. 이 모드에 있는 동안에, 단계(667)는 핑거가 표면을 터치하지 않기 때문에 아마도 영일 수 있는 현재 속도 대신에 지배적 성분 속도의 프리-리프트오프 가중된 평균(560)을 운동 누산기(678)에 인가한다. 운동 계속 모드는 동기화된 서브세트내에 있지 않는 나머지 핑거의 어느 하나라도 들어올리거나 또는 더욱 많은 핑거가 새로이 터치 다운할 때까지 정지하지 않는다. 이것은 결정 다이어몬드(664)로 하여금 거짓이 되게 하고, 현재 선택된 코드에 의한 정상적 슬라이드 동작이 재개되게 한다. 커서 또는 스크롤링 속도가 운동 계속 모드 동안에 감소되지 않더라도, 호스트 컴퓨터는 커서가 스크린의 에지 또는 문서의 끝에 도달하면 운동 계속 모드를 중지하라는 신호를 보낼 수 있다. 유사하게, 어떠한 핑거라도 운동 계속 모드 동안에 표면에 남아 있으면, 그들의 병진 운동은 커서 또는 스크롤링 속도를 조정할 수 있다.

양호한 실시예에서, 코드 운동은 독립적으로 각각의 손 기능을 인식하고, 각각의 코드를 위한 입력 이벤트는 독립적으로 구성될 수 있다. 이것은 시스템으로 하여금 타스크를 핸드들 사이에서 여러 가지 방법으로 할당하고, 여러 가지 바이매뉴얼(bimanual) 조작을 지지하도록 허용한다. 예로서, 마우스 커서 운동은 양쪽 핸드상의 손가락끝 쌍 코드에 할당되고, 마우스 버튼 드래그는 양쪽 핸드상의 트리플 손가락끝 코드에 할당될 수 있다. 이 방법으로, 마우스 포인터는 표면의 어느 반부에서 어느 핸드에 의해 이동되고 드래깅될 수 있다. 주 마우스 클릭은 표면의 어느 반부상에서 손가락끝 쌍의 탭에 의해 발생될 것이고, 더블 클릭은 표면상의 3개의 손가락끝의 단일 탭에 의해 인간공학적으로 발생될 수 있다. 윈도우 스크롤링은 어느 핸드상의 4개의 핑거의 슬라이드에 할당될 수 있다.

또는, 마우스 커서 조작은 상기와 같이 오른손에 또한 표면의 오른쪽 반부에 할당될 수 있으며, 대응 텍스트 커서 조작은 왼손상의 코드에 할당된다. 예로서, 왼쪽 손가락끝 쌍 운동은 운동의 방향에 대응되는 화살표 키 명령을 발생시킬 것이고, 3개의 손가락끝은 텍스트의 선택을 위한 시프트 화살표 조합을 발생시킬 것이다.

3 또는 4 자유도에서 조작을 지지하는 호스트 컴퓨터 시스템을 위해서, 왼손 코드는 디스플레이 배경을 팬, 줌 및 회전하기 위해서 선택될 수 있고, 오른손내의 대응 코드는 전경 대상을 병진, 재포착 및 회전시킬 수 있다. 이 코드는 선택된 코드를 변경하지 않고 코드 운동을 초기화한 후에 엄지가 하더라도 터치 다운할 수 있기 때문에 엄지를 포함할 필요는 없을 것이다. 그러면, 사용자는 회전 또는 스케일링을 시도할 때에 엄지를 표면에 첨가할 필요가 있다.

초기에 엄지를 포함하는 핑거 코드는 윈-쇼트 명령 제스처를 위해 유보될 수 있으며, 윈-쇼트 명령 제스처는 단지 운동의 추가적 유닛트가 검출될 때마다 전송을 반복하기 보다 오히려 코드의 각각의 슬라이드에 대해 입력 이벤트를 한번 발생시킨다. 예로서, 공통 편집 명령인 컷, 복사 및 페이스트는 엄지 및 대향 손가락끝의 핀치 손 스케일링, 코드 탭 및 엔터-핀치 손 스케일링에 직관적으로 할당될 수 있다.

도 41은 키 레이아웃 정의 및 모핑(morphing) 프로세스내의 단계를 도시하는데, 그거은 타이핑 인식 모듈(12)의 일부이다. 단계(700)는 사용자 또는 제조자에 의해 사전 규정된 키 레이아웃을 시스템 시동시에 검색한다. 키 레이아웃은 한 세트의 키 영역 데이터 구조로 구성된다. 각각의 영역은 영역이 프레스될 때 호스트 컴퓨터에 보내어져야 할 심볼 또는 명령과 관련되며, 표면상의 영역의 중심의 위치를 나타내는 것을 조정(coordinate)한다. 양호한 실시예에서, 영문숫자 및 구두점 심볼을 포함하는 그러한 키 영역의 배치는 대체로 기계적 키보드에 공통적인 쿼티 또는 드보락 키 레이아웃에 대응한다. 멀티터치 표면 장치의 어떤 실시예에서, 핸드가 놓여 있는 위치에 키 레이아웃을 스냅하거나 모프할 수 있는 것이 이롭다. 이것은 특히 전체 데스크를 덮는 것과 같이 표준 키보드 또는 키 레이아웃보다 여러 배 큰 멀티터치 표면에 대해 도움을 준다. 그러한 표면의 하나의 적은 고정된 영역내에 키 레이아웃을 고정시키는 것은 편리하지 못할 것이며, 전체 이용가능한 표면 영역을 사용하지 못하게 할 것이다. 키 레이아웃의 위치의 변경에 대한 피드백을 사용자에게 제공하기 위해서, 멀티터치 표면의 이러한 실시예내의 키 심볼의 위치는 표면에 영구적으로 프린트되지 않을 것이다. 그 대신에, 키 심볼의 위치는 인접 센서 어레이와 함께 멀티터치 표면내에 임베드된 광 방출 중합체, 액정 또는 다른 동적 가시적 디스플레이 수단에 의해 표면에 재프로그램 가능하게 디스플레이될 것이다.

그러한 장치가 주어지면, 단계(702)는 양쪽 핸드로부터 현재의 경로를 검색하고, 어떤 것이 레이아웃 호밍 제스처로서 알려질 것인지를 기다린다. 결정 다이어몬드(704)가 핸드의 핑거의 다섯 개 모두가 표면에 방금 동시에 위치되었다는 것을 핸드의 동기화 검출기의 도움을 받아 결정하면, 단계(706)는 핸드에 표면에 있는 곳이면 어디든지 핸드의 홈 로우 키가 동기화된 손가락끝 아래에 놓이도록 키 레이아웃을 핸드에 스냅하려고 시도할 것이다. 단계(706)는 헤드 위치 추정기로부터의 측정된 손 오프셋을 검색하고, 주어진 핸드에 의해 정상적으로 타이핑된 모든 키 영역을 측정된 손 오프셋에 비례하여 병진운동시킨다. 오프셋의 필터링된 추정치보다 오히려 현재 측정된 값이 사용될 수 있는데, 왜냐하면, 다섯 핑거가 모두 다운되었을 때에 측정된 오프셋을 붕괴시키는 핑거 오인식의 위험이 없기 때문이다. 이 과정은 홈 로우 키의 병진되지 않은 위치는 핸드에 대한 디폴트 핑거 위치와 같다고 가정한다.

결정 다이어몬드(708)는 핑거가 중립적, 부분적으로 폐쇄된 포스처, 아웃스트레치되거나 또는 함께 핀치 되기 보다 오히려 폐쇄된 포스처내에 나타났는지를 체크한다. 포스처가 중립에 가까우면, 단계(710)는 각각의 핑거에 의해 정상적으로 타이핑된 키를 더욱 오프셋시킬 것이며, 그 키들은 대체로 측정된 핑거 오프셋에 의해 핑거의 동일한 컬럼내에 있는 키들이다. 여러 레이아웃 호밍 제스처에 걸친 이러한 핑거 오프셋의 시간적 필터링은 키의 컬럼들 사이의 간격을 사용자의 손 크기에 맞게 스케일링 하려고 시도할 것이다. 로우들 사이의 간격은 컬럼들 사이의 스�কে일링에 비례하여 축소된다.

핸드의 키를 위한 키 레이아웃이 놓여 있는 핸드의 크기 및 현재의 위치에 맞춰 오프되면, 단계(712)는 표면상의 심볼의 디스플레이된 위치를 업데이트하여, 사용자는 키 레이아웃이 그의 핸드의 위치에 스냅되었음을 알 수 있을 것이다. 이 단계로부터, 사용자는 타이핑할 수 있으며, 타이핑 식별기(718)는 어느 키 영역이 프레스 되었는지를 결정하기 위해서 모핑된 키 영역 위치를 사용할 것이다. 사용자가 레이아웃을 표면상의 다른 곳으로 이동시키고자 또다른 호밍 제스처를 수행하거나 또는 사용자가 잠시동안 양쪽 핸드를 표면으로부터 뗄 때까지, 레이아웃은 이러한 방식으로 모프된 상태로 남아 있을 것이다. 결정 다이어몬드(714)는 결국 타임아웃되어, 단계(716)는 다른 사용자 또는 사용 세션을 위한 준비를 위해서 레이아웃을 디폴트 위치에 리셋 할 수 있을 것이다.

키 레이아웃이 표면에 영구적으로 프린트되는 작은 멀티터치 표면에 대해서, 키 영역의 위치에 대한 촉감의 피드백을 사용자에게 주는 것이 이롭다. 그러나, 표면에 위치된 어떠한 촉감 지시자도 표면을 가로지르는 유연한 슬라이딩을 방해하지 않도록 주의해서 설계되어야만 한다. 예로서, 기계적 키보드 키캡상에 일반적인 약간 우묵한 곳(shallow depression)과 유사한 각각의 키의 중심 부근의 표면내에 발생된 약간 우묵한 곳은 핸드에 표면을 가로질러 슬라이드할 때에 진동 워시보드(washboard) 효과를 야기할 것이다. 그러한 워시보드 효과를 최소화하기 위해서, 양호한 실시예에서, 멀티터치 표면은 디폴트 인덱스 손가락끝 위치로부터 디폴트 핑키(pinky) 손가락끝 위치로 연장되는 단일 연속적 우묵한 곳을 각각의 핸드의 손가락끝에 대해서 제공한다. 이것은 쿼티 키 레이아웃상에서 오른손에 대해서는 "J" 키로부터 ";" 키

까지, 또한, 왼손에 대해서는 "A" 키로부터 "F" 키까지 홈 로우(home row)를 따른 낮은 약간 아치형의 채널에 대응된다. 유사하게, 엄지 각각에는 디폴트 엄지 방향에 맞도록 수직으로부터 약간 경사진 디폴트 위치에서 단일 타원형(oval-shaped) 우묵한 곳이 제공된다. 이러한 것은 양호하게 오른쪽 및 왼쪽 엄지 각각에 대하여 "Space" 및 "BackSpace" 키 영역에 대응될 것이다. 그러한 최소의 우묵한 곳은 사용자가 표면에 내려다 볼 필요 없이 또한 표면상에서의 핑거 코드의 슬라이딩 및 조작을 현저히 붕괴시키지 않고 사용자의 핸드를 키 레이아웃의 홈 로우로 촉감에 의해 되돌려 안내할 수 있다.

홈 로우를 벗어난 키 영역의 위치는 다른 형태의 촉감 지시에 의해 마킹될 수 있다. 키 영역에서 표면을 단순히 거칠게 하는 것은 효과가 없을 것이다. 인간이 핑거를 직물상에서 슬라이딩시킬 때에 쉽게 직물을 구별하지만, 대부분의 직물은 직조된 영역상에서 빠른 탭 동안에 알아차릴 수 없다. 비교적 급격한 예지 또는 돌출부만이 타이핑 상태하에서 사용자의 핑거에 의해 감지될 수 있다. 따라서, 브레일 도트와 같은 약간 상승된 도트가 각각의 키 영역의 중심에서 표면의 상부에 형성된다. 사용자는 손가락끝상에서 도트가 느껴지는 곳으로부터 그들의 타이핑 스트로크의 정확성에 대한 피드백을 수신한다. 이 피드백은 미래의 키프레스 동안에 핑거의 목표를 교정하기 위해서 사용될 수 있다. 단일 핑거 슬라이드는 코드 운동 식별기에 의해 무시되므로, 사용자 역시 특정한 키 영역의 도트의 촉감 탐색에서 표면의 주위에서 핑거를 슬라이딩시킬 수 있으며, 다음에는 도트가 발견되었을 때에 표면을 모두 볼 필요 없이 키 영역을 탭할 수 있다. 각각의 도트는 탭핑 동안에 느낄 수 있을 만큼만 크면 되며, 표면을 가로지르는 코드 슬라이드를 방해하도록 커서는 않 된다. 도트가 슬라이딩을 방해하도록 크지 않더라도, 그것은 표면을 벗어난 도트의 부근의 손가락끝의 살을 상승시키므로써 여전히 말단부 및 손가락끝 중심 측정을 붕괴시킬 수 있고, 따라서, 아래의 말단부 감지 전극으로부터 살을 국부적으로 분리시킨다. 따라서, 양호한 실시예에서, 표면 유전체 위의 각각의 도트의 부분은 도체 물질로 만들어 졌다. 이것은 상승된 손가락끝 살과 아래의 전극 사이의 용량성 커플링을 개량한다.

도 42는 상기 키프레스 삭제 루프 내의 단계들을 나타낸다. 단계(750)는 상기 현재 식별된 경로 데이터(25)으로부터 손 부분의 터치다운 또는 상기 표면으로 인해 최근에 생성된 임의의 경로들을 검색한다. 결정 마름모꼴(752)은 키프레스 근접에 도달된 상기 경로 근접이 상기 현재 센서 배열을 스캔하는 동안 상기 제 1 시간에 대해 검토하는지 여부를 검사한다. 만일 상기 근접이 상기 임계치에 아직 도달되지 않았거나 그 이전에 이미 한계를 초과했다면, 제어는 상기 다음의 최신 경로상의 키프레스 검출을 시도하기 위해서 단계(750)으로 되돌아온다. 만일 상기 경로가 상기 키프레스 접근 임계치에 단지 교차되었다면, 결정 마름모꼴(754)은 상기 접촉 경로가 손바닥보다는 핑거로서 식별되었는지 여부를 검사한다. 상기 사용자들에게 상기 표면 상의 어디든 상기 손바닥들에 대한 자유로운 휴식을 주는 것은, 손바닥은 일반적으로 키프레스들로 인한 압력들이 없기 때문에 무시된다. 상기 경로가 핑거라고 가정하면, 결정 마름모꼴(756)은 상기 손의 상기 식별된 핑거가 감정 슬라이드 제스처(chord slide gesture)의 수행 또는 상기 펜을 잡은 손의 구성을 통해 쓰여진 것으로 생긴것인지 여부를 검사한다. 비동기적인 핑거 누르기들은 이들 동작들이 시작될 때 무시되며, 도 40A의 단계(660)에 나타나있다. 그러한 손 동작들이 진행중이지 않는다고 가정하면, 결정 마름모꼴(757)은 상기 핑거가 적어도 2 개의 센서 배열 스캔 사이클들 동안 상기 표면에 대고, 터치다운 이전에 여러 스캔 사이클들 동안 상기 표면에서 들어올려졌는지 검사하는 디바운스 테스트들(debounce tests)을 계속 진행한다. 상기 경로 추적 모듈(도 22)은 단계(334)에서 만일 상기 핑거를 떴었다가 다시 빠르게 동일한 지점에 핑거를 대었다면, 핑거의 구 경로 리액티베이팅(reactivating)에 의해 디바운싱하는 그러한 리프트오프를 용이하게 한다. 상기 리액티베이션에서, 상기 구 경로에 의한 마지막 리프트오프의 시간 스탬프는 상기 새로운 터치다운의 시간 스탬프와의 비교에 대해 보호되어야 한다.

만일 이들의 모든 테스트들이 통과되면, 단계(758)는 상기 현재 경로 위치( $P_x[n]$ ,  $P_y[n]$ )를 찾고, 단계(760)는 참조 위치가 상기 핑거 끝 중심에 가장 가까운 상기 키 영역을 찾는다. 결정 마름모꼴(762)은 상기 가장 가까운 영역이 상기 핑거의 타당한 거리 내에 있는지 및 상기 핑거 누르기가 무시되지 않아야 하는지 여부를 검사한다. 키 영역이 상기 핑거에 근접하다고 가정하면, 단계(764)는 상기 경로 인덱스 식별자와 핑거 동일성, 상기 가장 가까운 키 영역 및 상기 키프레스 근접 임계치에 교차될 때를 나타내는 시간 스탬프를 포함하는 키프레스 요소 데이터 구조를 생성한다. 그 후, 단계(766)는 이 요소 데이터 구조를 FIFO 키프레스의 큐 테일에 추가한다. 이것이 이루어지면, 단계(750)으로 되돌아가는 처리는 다른 핑거들에 의해 터치다운되는 것을 기다리거나 처리한다.

그것들이 상기 키프레스 근접 임계치를 통과할 때 상기 키프레스 큐는 핑거 터치다운들을 효과적으로 정렬한다. 따라서, 각 핑거 탭으로부터 상기 호스트로 전송될 키 심볼들의 순서가 고정된다. 그러나, 요소의 키 심볼은 상기 키프레스 큐에서 한번 상기 호스트의 전송이 보증되지 않는다. 누르는 핑거들의 동기화된 서브세트의 부분과 같은 임의의 수의 조건들은 상기 호스트로 전송되기 전에 상기 큐로부터 제거되는 원인이 될 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 상기 키프레스 큐는 키프레스 후보자 큐를 고려하여야 한다. 상기 동기화 검출기에서 각 손에 대해 개별적으로 유지되는 상기 핑거 터치다운들 및 해제의 정렬된 리스트들과는 달리, 상기 키프레스 큐는 양손 모두의 상기 핑거 터치다운들을 정렬하고 포함한다.

도 43A는 상기 키프레스 승인 및 전송 루프 내의 단계들을 나타낸다. 단계(770)는 상기 키프레스 큐의 헤드에서 상기 요소를 선택하며, 그것은 유효하지 않은 키프레스 후보자로서의 상기 큐로부터 제거되지도 않고 그 연관된 키 심볼들이 전송되지 않는 가장 오래된 핑거 터치다운을 나타낸다. 결정 마름모꼴(772)는 상기 경로가 여전히 핑거로서 식별되는지 여부를 검사한다. 상기 큐 경로 대기 동안의 근접은 상기 식별 시스템은 상기 경로가 실질적으로 손바닥 뒤쪽으로부터 임을 결정하고, 단계(778)의 경우에 있어서는 상기 키프레스 요소를 상기 호스트로 전송하지 않고 제거하며, 단계(770)은 다음 요소에 처리되도록 진행된다. 결정 마름모꼴(774)은 또한, 그 프레스가 같은 손의 다른 핑거들과 함께 동기적으로 발생한다면, 상기 요소를 무효로 한다. 따라서 결정 마름모꼴(774)은 상기 동기화 검출 처리(도 39)의 결정 명령 단계들(601, 612, 615, 620)을 계속 수행한다. 측면 핑거 움직임은 시작하기 위한 감정 슬라이드가 아직 야기되지 않더라도, 터치다운 이후로 너무 많은 측면 핑거 모션이 발생된다면 결정 마름모꼴(776)은 상기 키프레스를 무효로 한다. 사용자들이 상기 표면 상의 타이핑에 손낼 수 있기 때문에, 측면 움직임의 여러 밀리미터들은 키들에 대해 빠르게 도달할 때 종종 발생하는 빗나간 손가락끝 모션들을 조정하기 위해 허가된다. 이것은 마우스 커서 조작과 키에 대한 단일 핑거 탭 또는 마우스 버튼 클릭에 물레이션을 사용하는 터치패드들에 의해 허용되는 것보다 많은 빗나간 탭 움직임이다.

결정 마름모꼴(780)은 상기 핑거의 생성된 터치다운의 상기 키프레스 요소가 상기 표면으로부터 들어올려졌는지 여부를 검사한다. 만일 그렇다면, 결정 마름모꼴(782)은 보통의 키 탭으로 한정하기에 충분하도록 들어올려졌는지 여부를 검사한다. 만일 그렇다면, 단계(784)는 상기 호스트로 상기 연관된 키 심볼을 전송하고, 단계(778)는 상기 큐의 헤드에서 제거한다. 키프레스는 리프트오프로 상기 큐로부터 항상 제거되지만, 상기 탭을 초과하는 타임아웃에 대한 상기 표면 상에 남아 있다 하더라도, 아래에 설명되는 것과 같이, 그것은 변경자 키, 손이 활동하지 않는 순간적인 누르기 또는 타이프메틱 (typematic) 누르기로서 전송을 여전히 일으킨다.

키프레스가 상기 호스트로 전송될 때, 상기 멀티터치 표면 장치, 알아들을 수 있는 클릭을 발생하기 위한 호스트 컴퓨터 또는 상기 사용자로 피드백되는 경고음(beep)의 소리 발생 장치에 대해 편리하다. 키프레스들에 응답하는 경고음 피드백과 알아들을 수 있는 클릭의 발생은 상업용의 터치스크린들, 키오스크들(kiosks), 장치 제어 패널들 및 기계적 키보드들에서 잘 알려져 있으며, 상기 키스위치 동작은 거의 조용하고 상기 사용자에 개별적으로 느껴지는 힘 임계치를 만들지 않는다. 피드백은 또한 각 키프레스가 전송되는 플레시들의 상기 멀티터치 표면 장치 상의 빛으로서 제공될 수 있다. 변경자 키프레스들에 의해 첨부된 키프레스들은 더 긴 플레시들 또는 상기 키 심볼이 변경자들을 포함하는 것에 응답하기 위한 톤들에 기인할 수 있다.

만일 상기 핑거가 아직 들어올려지지 않았다면, 결정 마름모꼴(786)은 그 연관된 키 영역이 <shift>, <ctrl> 또는 <alt>와 같은 변경자인지 여부를 검사한다. 만일 그렇다면, 단계(788)는 상기 헤드를 제거하지 않은 상기 큐에서 다음 요소로 전진한다. 만일 상기 다음 요소가 유효한 키 탭이라면 처리는 단계(722)에서 보기위해서 계속될 것이다. 만일 상기 다음 요소가 상기 전송 단계에 성공적으로 도달하면, 단계(784)는 여전히 눌러져 있는 임의의 변경자 영역들에 대한 상기 큐의 헤드 쪽으로 스캔될 것이다. 그 후, 단계(784)는 임의의 앞선 변경자 영역들의 심볼들을 수정하는 것을 따라 상기 다음 요소의 키 심볼을 전송할 수 있다.

결정 마름모꼴(782)은 상기 사용자들이 상기 표면 상에 핑거를 대는 것과 전송되는 키에 대한 수백 밀리세컨드 내에서 들어지는 것을 요구한다. 이 들어올리는 시간 요구는 상기 기계적인 키스위치들의 상기 힘 동작 임계치로 대체된다. 기계적 스위치들의 힘 임계치와 같은, 상기 타이밍 제약조건은 상기 사용자가 키프레스를 발생시키지 않고 상기 키 표면 상에 상기 핑거를 놓는 방법을 제공한다. 상기 동기 검출기(14)는 키 심볼들을 발생시키지 않고 상기 표면 상에 핑거들을 놓는 다른 방법을 제공하며, 그것은 적어도 하나의 다른 핑거로서 동일한 시간에 터치다운되어야 한다. 그러나, 때때로 사용자들은 상기 표면에 상기 중심 손가락끝들을 동시에 위치시킴으로써 놓여지는 것을 시작할 것이지만, 그 후 그것들은 동기적으로 더 늦은 제 2 핑키(pinky) 및 그 뒤에 있는 제 2 의 엄지손가락을 뒤따른다. 이들 후자의 처리들은 기본적으로 비동기적이고 상기 동기 검출기에 의해 유효하지 않게 될 것이지만, 수백 밀리세컨드 내에서 가능한한 길게 들어올려지지 않고 결정 마름모꼴(782)은 그것들을 전송하지 않고 제거할 것이다. 그러나 결정 마름모꼴(782)은 비동기 핑거 허용한계와 핑거들을 빠르게 들어올리는 요구 즉, 크리스플리 탭(crisply tap)을 제공하며, 키 발생을 야기시키기 위한 상기 표면은 심볼들의 긴 시퀀스들을 탭핑(tapping)하는 동안 상기 손들을 받치기 위해 상기 표면 상에 대부분의 핑거들을 위치시키는 것을 어렵게 만든다. 이것은 사용자들이 그들의 손을 상기 표면에서 떼고 빠른 타이핑 시퀀스들 동안 상기 표면 위에 그것들을 떼는 것을 야기킨다. 이것은, 만일 상기 사용자가 시퀀스들 사이에서 상기 표면 상에 상기 손들을 다시 놓는 것에 실패한다면, 상기 사용자의 팔이 결국은 피곤하게 될 것을 제외하고 타이핑 자세를 수용할 수 있다.

상기 표면 위의 상기 손들의 정지를 촉진하는 다른 타이핑 자세를 제공하기 위해, 결정 마름모꼴(790)은 각 누르기 후에 빠르게 핑거를 들어올리는 것을 요구하지 않는 제 2 키 승인 모드를 허가한다. 대신에, 상기 사용자는 상기 표면 상에 손을 놓는 모든 다섯 개의 핑거들과 함께 시작되어야 한다. 그 후 각 시간 핑거는 상기 표면에서 동기적으로 들어올려지고 키 영역

상에 눌러져야하며, 상기 키 영역은 뒤이은 리프트오프 타이밍에 관계하지 않고 전송될 것이다. 만일 표면이 단단하여 힘이 가해질 때 손가락끝 근접이 빨리 충족된다면, 결정 마름모(792)는 얼마나 빨리 핑거 근접이 정점에 도달하는지에 대한 근접 프로파일의 임펄스비티(impulsivity)를 체크한다. 만일 근접 프로파일이 아주 느리게 그 정점까지 증가한다면, 키는 생성되지 않을 것이다. 이는 사용자가 키를 생성할 목적으로 핑거를 들어올렸다가 사용자의 마음이 바뀔 경우에 키를 생성시키지 않고 들어올려진 핑거를 부드럽게 내려놓도록 허용한다. 만일 터치 표면을 압착할 수 있다면, 결정 마름모(792)는 측정된 손가락끝 근접 대 타원 축 길이의 비율로부터 핑거힘을 즉시 추측할 수 있다. 그러므로, 추측된 힘의 임계치는 부드럽게 핑거를 내려놓은 것으로부터 의도적인 키 프레스들을 구별할 수 있다. 키를 생성시키고자 할 때, 사용자는 통상 구 키 영역을 떠난 후 빨리 신 키 영역을 누르기 때문에, 임펄스비티 및 힘 임계치들은 핑거가 표면을 떠난 시간과 함께 증가해야 한다.

만일 힘이 주어지는 핑거가 키 영역 상에서 유지되는 홀딩 힘으로부터 확실히 구별될 수 없다면, 멀티터치 표면 상에 타이프메틱을 에뮬레이팅은 특정한 문제들을 나타낸다. 이 경우에 있어서, 도 43B의 단계들에 의해 검출되는 상기 특정한 터치 타이밍 시퀀스는 신뢰할 수 있는 타이프메틱 에뮬레이션을 지원한다. 결정 마름모꼴(798)이 아직 시작되지 않은 타이프메틱을 찾는다고 가정하면, 결정 마름모꼴(794)은 처리되는 상기 키프레스 큐 요소가 상기 표면 상에 가장 최신의 핑거 터치다운을 나타내는지 여부를 검사한다. 만일 임의의 핑거 터치다운들이 이 요소들에 의해 나타나는 상기 터치다운들을 뒤따른다면, 타이프메틱은 이 큐 요소로부터 절대 시작할 수 없다. 대신에, 결정 마름모꼴(796)은 상기 요소의 핑거가 상기 일반적인 탭 타임아웃보다 길게 터치하는지 여부를 검사한다. 만일 상기 핑거가 너무 길게 터치한다면, 결정 마름모꼴(786)은 그것이 변경자가 아님을 결정하고, 단계(794)는 그것이 타이프메틱을 절대 시작할 수 없음을 결정하기 때문에, 단계(778)는 그 키프레스 요소를 제거한다. 만일 결정 마름모꼴(794)이 상기 키프레스 요소가 상기 가장 최신의 터치다운을 나타내지 않는다는 것을 결정한다면, 아직까지는 결정 마름모꼴(796)이 상기 요소가 상기 탭 타임아웃을 초과하지 않는다는 것을 나타내며, 차후 센서 배열 스캔에서 리프트오프 또는 타임아웃 중 하나를 기다리는 단계(770)로 되돌아가도록 처리된다. 이것은, 다른 핑거가 상기 이전 키 영역에서 들어올러지기 전에 새로운 키 영역이 핑거에 의해 눌러질 수 있는 경우에 핑거 탭들이 겹쳐지는 것을 허가한다. 그러나, 겹쳐지는 핑거 탭들의 쌍과 같은 상기 누르기 시간들이나 해제 시간들 중 하나는 고려된 감정 탭으로부터 상기 쌍을 막기위해서 비동기적이어야 한다.

상기 핑거 터치다운이 가장 최신의 것이라고 가정하면, 결정 마름모꼴(800)은 상기 핑거가 약 제 2 절반과 제 2 절반 사이의 타이프메틱 홀드 셋업 간격에 대해 터치되는지 여부를 결정한다. 만일 그렇지 않다면, 핑거 리프트오프 또는 상기 홀드 셋업 조건 중 하나가 상기 센서 배열의 차후 스캔들 동안 만나도록 기다리기 위한 단계(770)로 되돌아가도록 처리한다. 상기 홀드 셋업 조건을 만났을 때, 결정 마름모꼴(802)은 상기 표면에서 들어올려진 주어진 핑거 키프레스의 손 위의 모든 다른 핑거들이 제 2 절반 전보다 더 많은지 여부를 결정한다. 만일 그렇다면, 단계(804)는 상기 주어진 키프레스 요소에 대한 타이프메틱이 초기화될 것이다.

판단 다이아몬드들(800과 802)의 조합은 사용자가 표면에 머물 손의 다른 핑거들을, 타이프메틱을 위한 핑거가 터치다운할 때, 가지도록 허용한다. 그러나, 타이프 메틱은 원하는 타이프메틱 핑거의 터치다운의 반 초내에 다른 핑거들이 표면을 떠나지 않으면 시작하지 않을 것이고, 타이프메틱 핑거가 다른 것들이 표면을 떠난 후에 적어도 반 초 동안 표면을 터치하기 위해 연속된 상태를 가질 때까지 타이프메틱도 시작하지 않을 것이다. 이런 엄격한 조건들이 충족되지 않으면, 상기 키프레스 엘리먼트는 타이프메틱을 시작하지 않고, 핑거가 탭 타임 아웃(796)을 떠날 때 탭 타임 아웃(782)을 통하거나, 다른 것이 그후에 터치다운 한다면 탭 타임 아웃(796)을 통해서 결국 삭제될 것이다.

단계(804)는 타이프메틱이 이미 상기 엘리먼트에 대해 출발한 미래 스캔 사이클동안 판단 다이아몬드(798)로 지시할 플래시를 설정한다. 타이프메틱 초기설정뒤에, 단계(810)는 키 심볼을 반대쪽 손에 의해 억제된 어떤 모디파이어 심볼들을 따라 처음으로 호스트 인터페이스 통신 큐로 보낸다. 단계(812)는 상기 키심볼이 판단 다이아몬드(808)에 의해 미래 참조를 위해 보내지는 시간을 기록한다. 그다음에 처리는 다음의 근접 영상 스캔을 기다리기 위해 단계(770)로 되돌아 간다.

핑거가 떠나거나 다른 탭들이 비동기적일 때까지, 처리는 상기 키심볼이 다시 보내져야 하는가를 체크하기 위해 판단 다이아몬드(798)를 통과할 것이다. 단계(806)는 핑거 근접에 반비례할 심볼 반복 간격을 다이내믹하게 계산한다. 그래서, 키는 핑거가 더 단단한 표면에 눌러지거나 손가락끝의 더 큰 부분이 표면을 접촉함에 따라 더 빨리 반복할 것이다. 이것은 사용자가 의도된 것보다 더 많은 반복을 일으킬 기회도 감소시키는데, 핑거 근접이 리프트 오프동안 떨어지기 시작함에 따라 반복간격이 더 길어지기 때문이다. 판단 다이아몬드(808)는 다이내믹 반복 간격이 마지막 타이프메틱 심볼이 신호를 보낸 이래 시간이 경과했는지를 체크하고, 필요하다면, (810)에 다시 심볼을 보내고 타이프메틱 센드 타임 스탬프(812)를 갱신한다.

타이프매틱이 시작되고(804) 타이프매틱이 계속되는 동안 사용자가 다른 핑거들을 표면으로 되돌리게 하는 것이 바람직 하지만, 사용자는 탭핑없이 그렇게 해야한다. 판단 다이아몬드(805)는 타이프매틱이 취소되게 하고 사용자가 다른 키를 치려는 것처럼 표면에 다른 핑거를 비동기적으로 탭하면 상기 타이프매틱 엘리먼트는 삭제된다(778). 이것이 발생하지 않는다면, 판단 다이아몬드(798)는 결국 그 핑거가 떠날 때 타이프매틱 엘리먼트의 소거를 하게된다.

상기 타이핑 인식 프로세스는 그래서 멀티터치 표면이 인간환경공학적으로 표준 기계식 키보드의 타이핑과 손 레스팅 능력을 모방하는 것을 허용한다. 표면에서의 크리스프 탭들이나 충격 프레스들은 핑거가 풀어지거나 판단 다이아몬드(792)가 충격이 최고에 달했음을 증명하자마자 키심볼들을 발생시키고, 사용자로의 즉각적인 피드백을 보장한다. 표면에서 머무르도록 의도된 핑거들은 그것들이 동기화된 핑거 프레스의 멤버들이거나 서브세트를 풀어주거나 표면에 조용히 위치하거나 1 이나 2초동안 다른 핑거들을 따라 거기서 머무르기만 하는 한 키들을 발생시키지 않는다. 놓여지게 되면, 핑거들은 리프트되고 탭될수 있거나 다른 놓여있는 핑거들을 리프트할 필요없이 키 심볼들을 발생시키기 위해 표면에서 충격을 가하여 눌러질 수있다. 타이프매틱은 충격을 가해 누르고 키에 구별가능한 힘을 유지하거나 손의 다른 핑거들이 리프트되어 있는 동안 키위에 핑거를 유지하여 시작된다. 단일 핑거들의 운동을 그것들이 키지역들을 탭함에 따라 대충 보는것은 쉽게 목인되는데 대부분의 커서 조작이 2 이상의 핑거들의 동기화된 슬라이드들에 의해 시작되어야 하기 때문이다.

**발명의 효과**

본 발명의 다른 실시예들은 여기서 밝혀진 본 발명의 상술부분과 실시를 고려하면 그 기술분야의 당업자에게 분명할 것이다. 상기 상술부분과 예들은 예시로서만 고려되는 것으로 의도되고, 본 발명의 진실한 범위와 정신은 다음 청구항들에서 표시된다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1.**

상대적인 접촉 위치들 및 특징들을 사용하여 다중 터치 표면상의 손 접촉부들의 아이덴티티들을 설정하는 방법에 있어서, 상기 방법은,

표면상의 손의 부분의 어트랙터 포인트들의 템플릿을 규정하는 단계로서, 각 손에 대한 어트랙터 포인트들은 대략적으로 링을 형성하는, 상기 규정 단계,

각 표면 접촉부에서 각 어트랙터 포인트까지의 거리의 매트릭스를 계산하는 단계,

표면에 대한 근접치, 형상, 크기, 이심률(eccentricity), 방향, 가장 가까운 접촉부에 대한 거리 및 속도와 같은 엄밀하게 측정된 접촉부의 특징들이 어트랙터 포인트에 의해 표시된 손의 부분을 대표하는 특징과 어떻게 일치하는지에 따라, 각 표면 접촉부 및 각 어트랙터 포인트간의 거리들을 가중하는 단계,

각 표면 접촉부 및 그에 대응하는 어트랙터 포인트간의 거리 합을 최소화하는 표면 접촉부들의 어트랙터 포인트들에 대한 일 대 일 맵핑을 찾는 단계,

어트랙터 포인트들의 특정 서브세트들에 할당된 표면 접촉부들의 수 및 특징들에서 특정 손의 형상을 인식하는 단계를 포함하는, 방법.

**청구항 2.**

제 1 항에 있어서, 어트랙터 포인트들보다 표면 접촉부가 작기 때문에 실제 표면 접촉에 할당되지 않은 어트랙터 포인트는 거리 합에 어떠한 기여도 하지 않는, 방법.

**청구항 3.**

제 1 항에 있어서, 표면 접촉부에서 어트랙터 포인트까지의 거리를 계산하는데 이용되는 거리 메트릭(metric)은 유클리드 거리(Euclidean distance)의 2승인, 방법.

#### 청구항 4.

제 1 항에 있어서, 상기 어트랙터 포인트의 위치들은 각 손이 중립 자세에 있을 때 측정된 손의 부분의 표면 접촉들의 위치에 대응하는, 방법.

#### 청구항 5.

제 1 항에 있어서, 손의 손바닥 앞부분의 접촉부들은 각 손의 어트랙터 포인트 링(ring)의 중심에 가까운 어트랙터 포인트들을 가산하고, 손이 어트랙터 링을 거의 채우는데 충분한 접촉부들을 만드는 경우에만, 접촉부들이 손바닥 앞부분의 어트랙터 포인트들에 할당되도록, 손바닥 앞부분의 어트랙터 포인트들까지의 거리를 가중함으로써 인식되는, 방법.

#### 청구항 6.

제 1 항에 있어서, 특정 손의 부분들에 대응하는 어트랙터 템플릿의 부분은 그 손의 최종 추정 위치의 중심에 놓여진 채 병진되는, 방법.

#### 청구항 7.

제 1 항에 있어서, 특정 손의 부분들에 대응하는 어트랙터 포인트 템플릿의 부분은 그 특정 손의 이전의 추정 방향 및 크기와 매칭하도록 회전 및/또는 스케일링되는, 방법.

#### 청구항 8.

제 1 항에 있어서, 할당될 표면 접촉부들 전부는 동일한 손에서 생기는 것으로 가정되고, 어트랙터 포인트들 전부는 한 손의 부분들을 나타내는, 방법.

#### 청구항 9.

제 1 항에 있어서, 부가적인 손 식별 수단은 손 식별 수단이 특정 손에 할당된 어트랙터 포인트들에 대한 표면 접촉부의 할당을 제한하는, 방법.

#### 청구항 10.

제 1 항에 있어서, 접촉부에서 주어진 손 위의 엄지손가락의 어트랙터 포인트까지의 측정 거리는, 총계 접촉부 근접치가 대표적인 손가락끝보다는 크지만 대표적인 손바닥 후부보다는 작을 때 엄지손가락의 어트랙터에 대한 할당을 조장하도록 가중되는, 방법.

#### 청구항 11.

제 1 항에 있어서, 접촉부에서 주어진 손 위의 엄지손가락이나 내측 손바닥 후부의 어트랙터 포인트까지의 측정 거리는, 접촉부 방향이 주어진 손 위의 엄지손가락이나 내측 손바닥 후부의 예상되는 기울기에 근접할 때 상기 어트랙터에 대한 할당을 조정하도록 가중되는, 방법.

### 청구항 12.

제 1 항에 있어서, 접촉부에서 주어진 손 위의 손바닥 후부의 어트랙터 포인트까지의 측정 거리는, 측정된 접촉부 폭 또는 총계 근접치와 이심율의 비율이 대표적인 손가락의 어트랙터를 초과할 때 손바닥 후부의 어트랙터에 대한 할당을 조정하도록 가중되는, 방법.

### 청구항 13.

제 1 항에 있어서, 부가적인 접촉부와 상호접촉 특징은 검사 단계 동안 통합되고, 상기 검사 단계는 할당과 검사 단계에서 이용되는 부가적인 특징 테스트와의 일관성을 높이기 위해 어트랙터 포인트 최소화 단계에서 찾은 할당을 시프트하는 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 14.

제 13 항에 있어서, 상기 검사 단계는, 수평 위치 좌표가 오른손의 손가락끝에 대해서는 오름 차순(increasing order)으로, 왼손의 손가락끝에 대해서는 내림 차순(decreasing order)으로 되는 것을 보장하기 위해 손가락끝에 대응하는 어트랙터 포인트들에 할당된 접촉부의 수평 위치 좌표를 체크하는, 방법.

### 청구항 15.

제 13 항에 있어서, 상기 검사 단계는, 다음의 하위 단계들, 즉,

최내측 손가락에 대응하는 채워진 어트랙터 포인트에 할당된 접촉부를 검색하여 최내측 손가락의 접촉부를 찾는 단계,

최내측 손가락 접촉부의 다른 손가락 접촉에 대한 함수로서 엄지손가락 팩터를 계산하는 단계,

상기 최내측 손가락 접촉부가 엄지손가락의 어트랙터 포인트에 아직 할당되지 않고 엄지손가락 팩터가 상기 미리 결정된 엄지손가락 임계치보다 큰 경우 최내측 손가락 접촉부를 엄지손가락의 어트랙터 포인트로 시프트하는 단계, 및

상기 최내측 손가락 접촉부가 엄지손가락의 어트랙터 포인트에 현재 할당되고 상기 엄지손가락 팩터가 미리 결정된 엄지손가락 임계치 아래인 경우 최내측 손가락 접촉부를 손가락끝의 어트랙터 포인트로 시프트하는 단계

를 포함하는 손가락 검사 단계를 포함하는, 방법.

### 청구항 16.

제 15 항에 있어서, 상기 최내측 손가락 접촉부의 방향 및 크기가 다른 손가락 접촉부의 방향 및 크기보다 큰 경우 엄지손가락 팩터가 큰, 방법.

### 청구항 17.

제 15 항에 있어서, 최내측 손가락 접촉부의 다른 손가락 접촉부에 대한 분할, 각도 및 속도가 대항할 수 있는 엄지손가락의 존재 또는 움직임에 고유의 범위 내에 있는 경우 엄지손가락 팩터가 큰, 방법.

### 청구항 18.

제 15 항에 있어서, 손가락끝 또는 엄지손가락 어트랙터 포인트 중 하나가 어트랙터 포인트 최소화 단계에 의해 채워지지 않은 채로 있는 경우 상기 검사 단계가 실행되는, 방법.

### 청구항 19.

표면 접촉부를 주문하고, 손가락, 엄지손가락 및 손바닥 아이덴티티를 확인하는 방법에 있어서, 상기 방법은,

주어진 손으로부터 가정된 접촉부들 모두를 연결하는 최단 경로를 찾는 단계,

각 접촉부를 한번 통과하여 순서가 정해진 루프를 형성하는 단계,

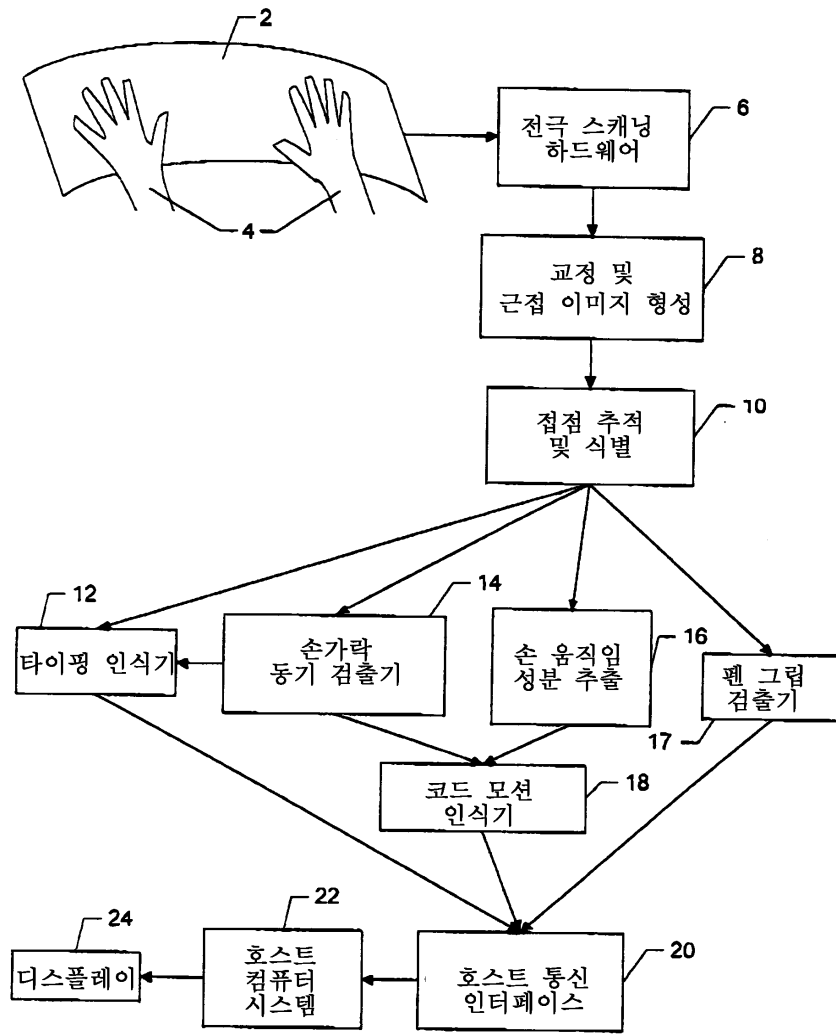
상기 순서가 정해진 루프에서 최내측 접촉부를 찾는 단계,

최내측 접촉부의 접촉부 및 상호접촉부 특징으로부터 최내측 접촉부가 엄지손가락, 손가락끝 또는 손바닥 접촉부인지를 결정하는 단계, 및

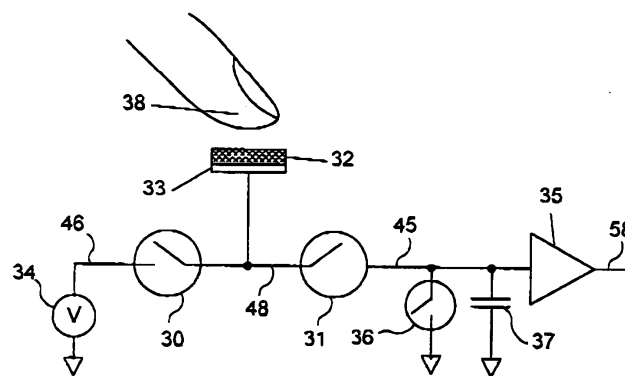
접촉부의 특징, 최내측 접촉부의 할당, 할당된 접촉부에 대한 수직 위치 및 루프 순서에 기초하여, 엄지손가락, 손가락끝 또는 손바닥 아이덴티티를 최내측에 있지 않는 접촉부들에 할당하는 단계를 포함하는, 방법.

도면

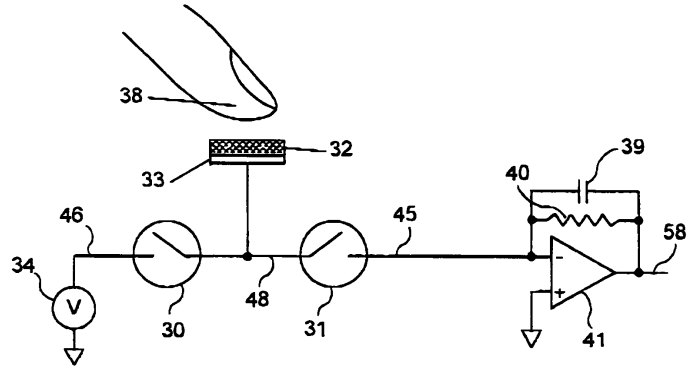
도면1



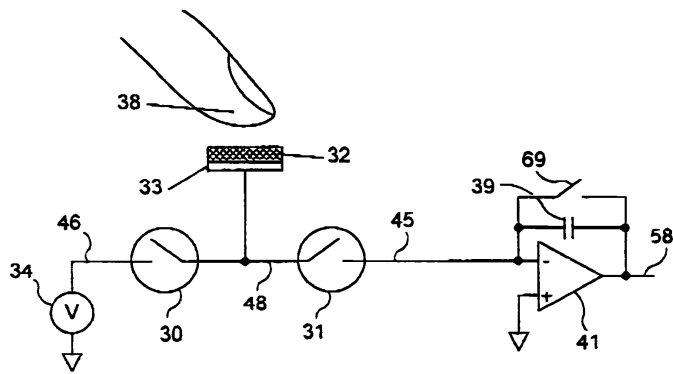
도면2



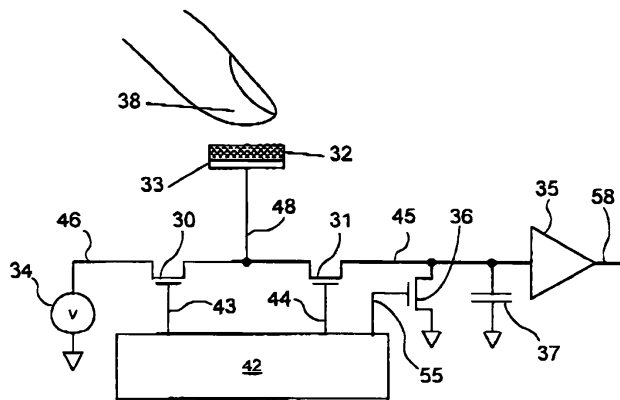
도면3a



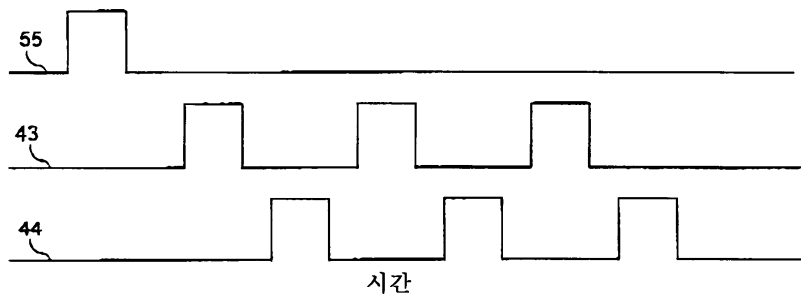
도면3b



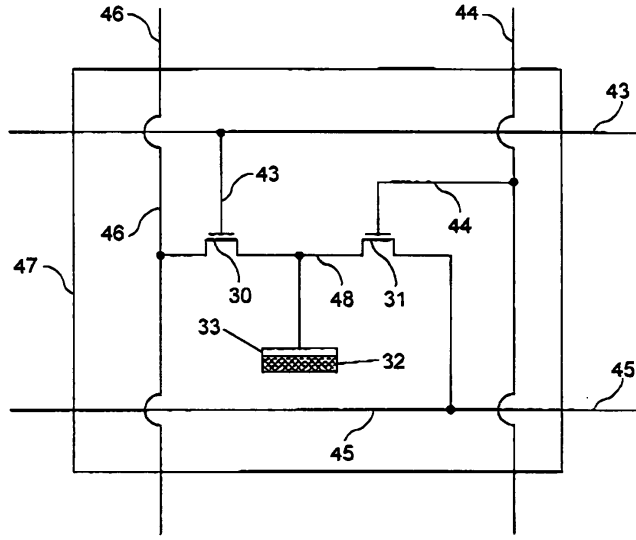
도면4a



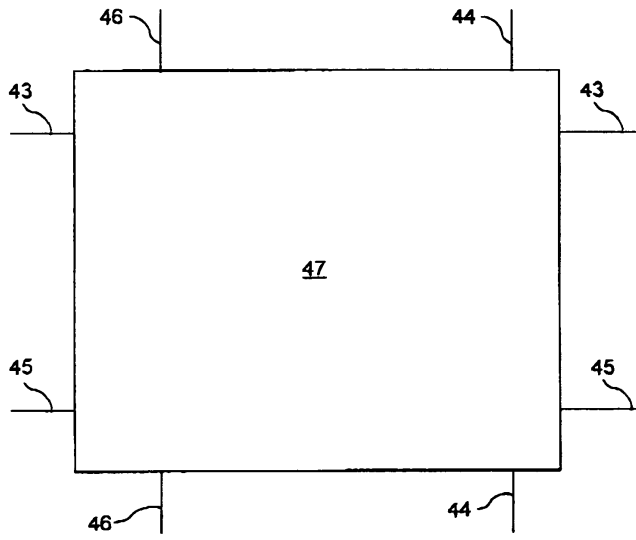
도면4b



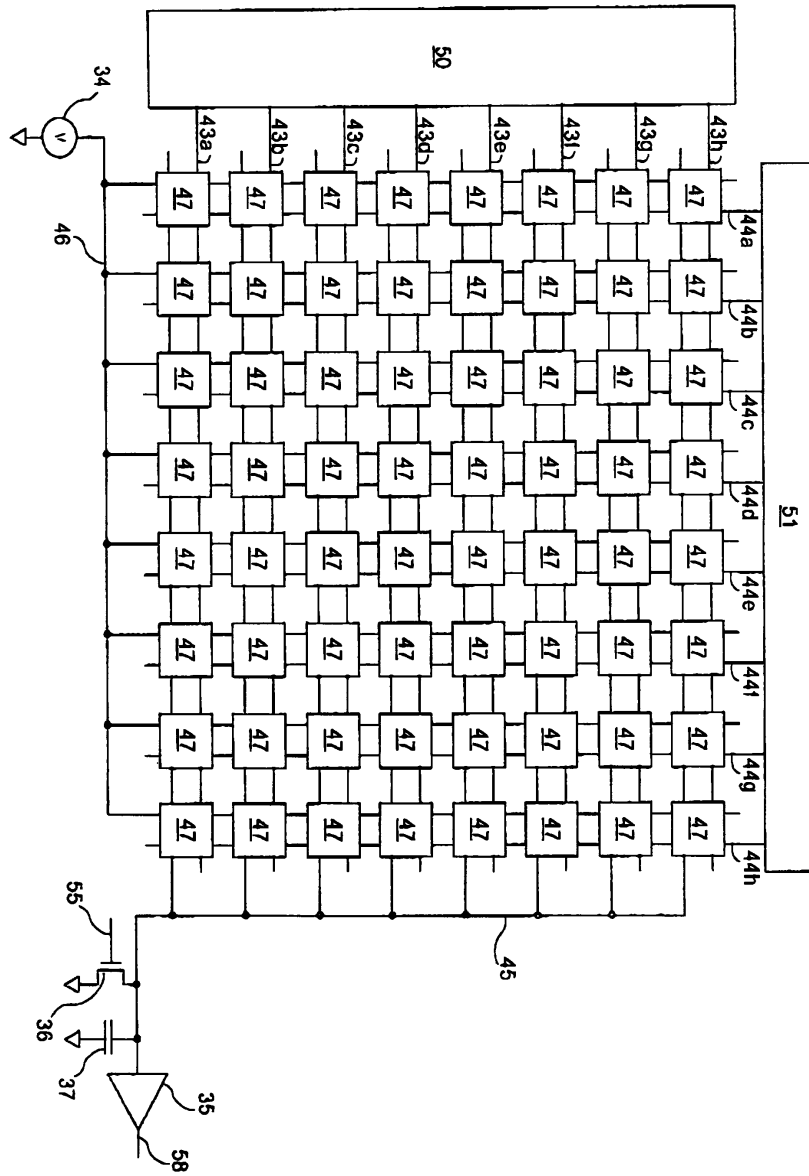
도면5a



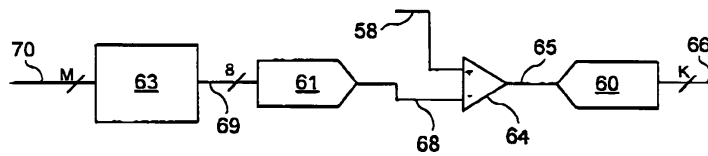
도면5b



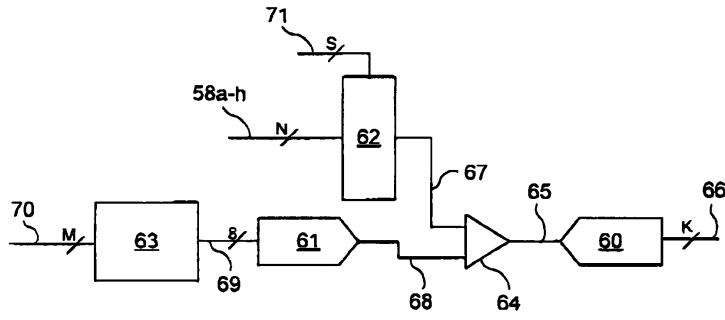
도면6



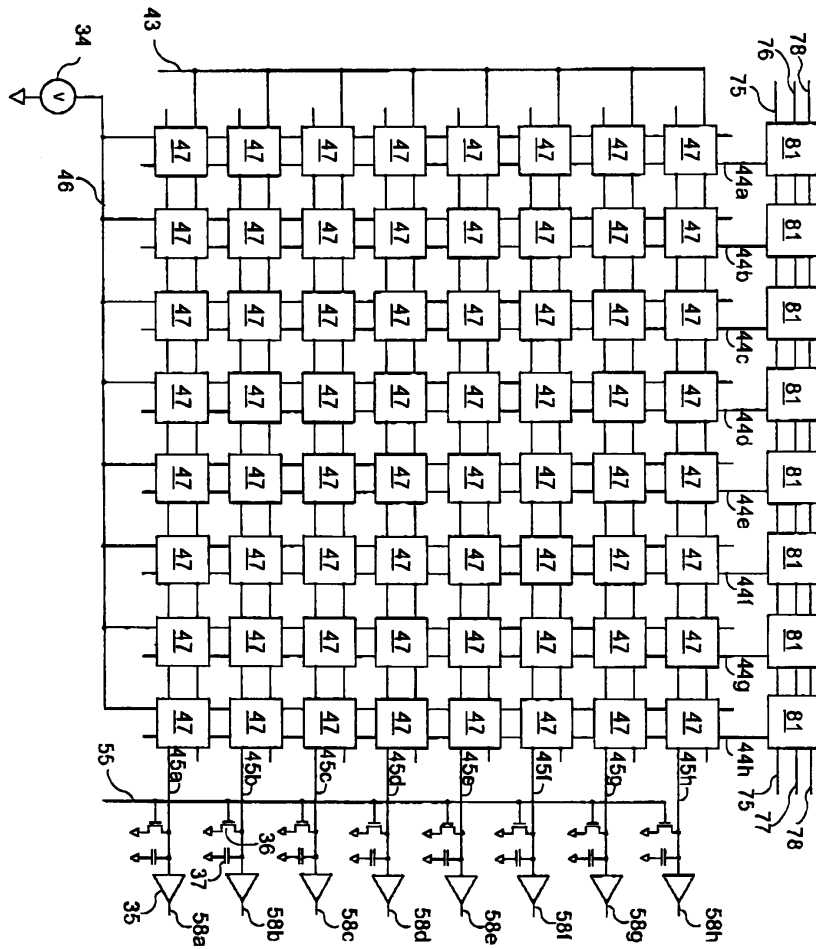
도면7a



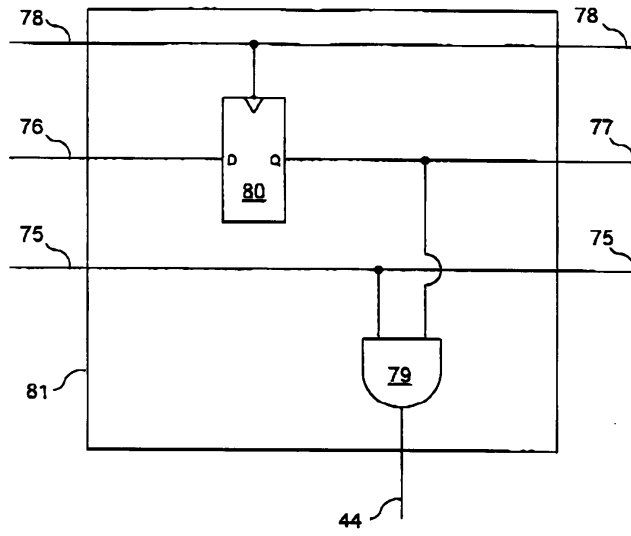
도면7b



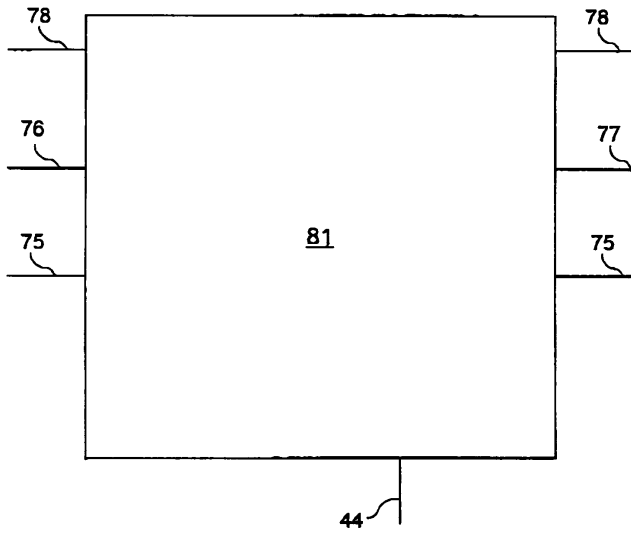
도면8



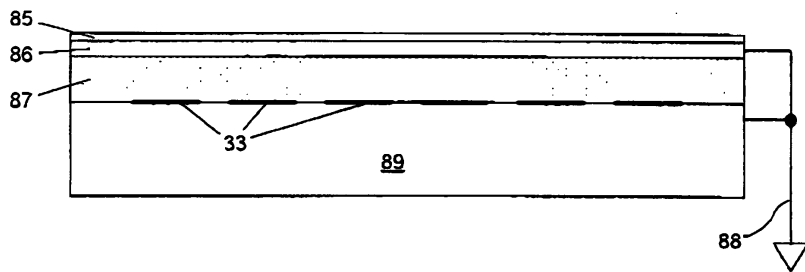
도면9a



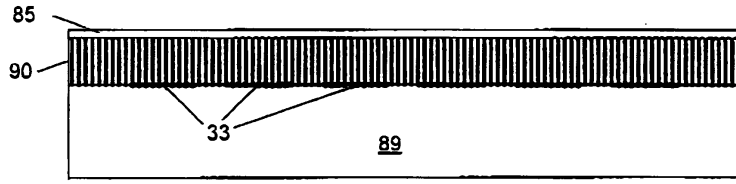
도면9b



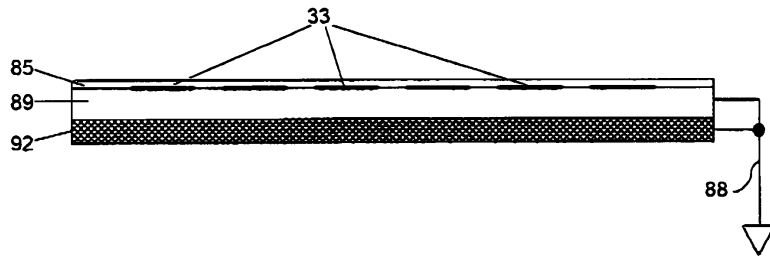
도면10



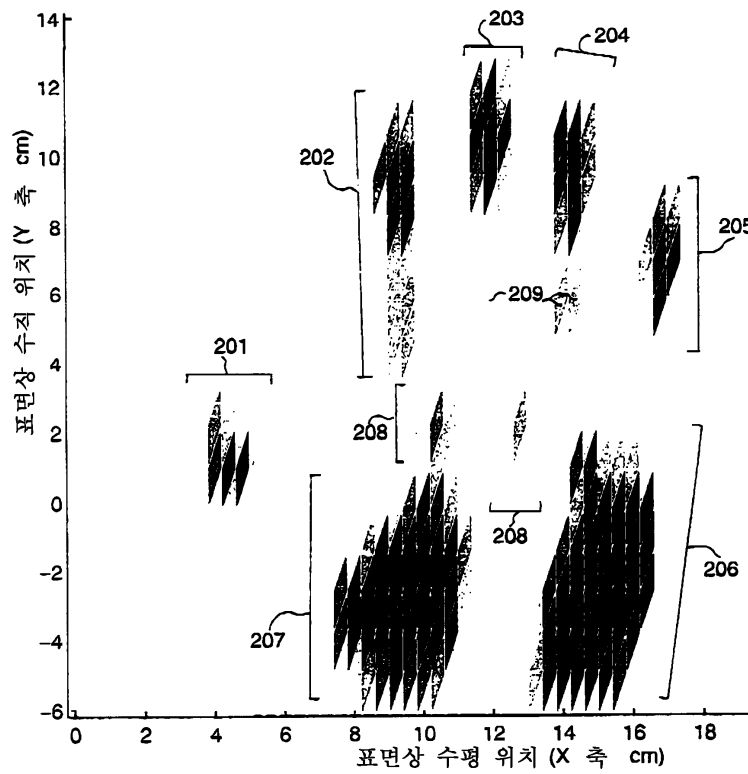
도면11



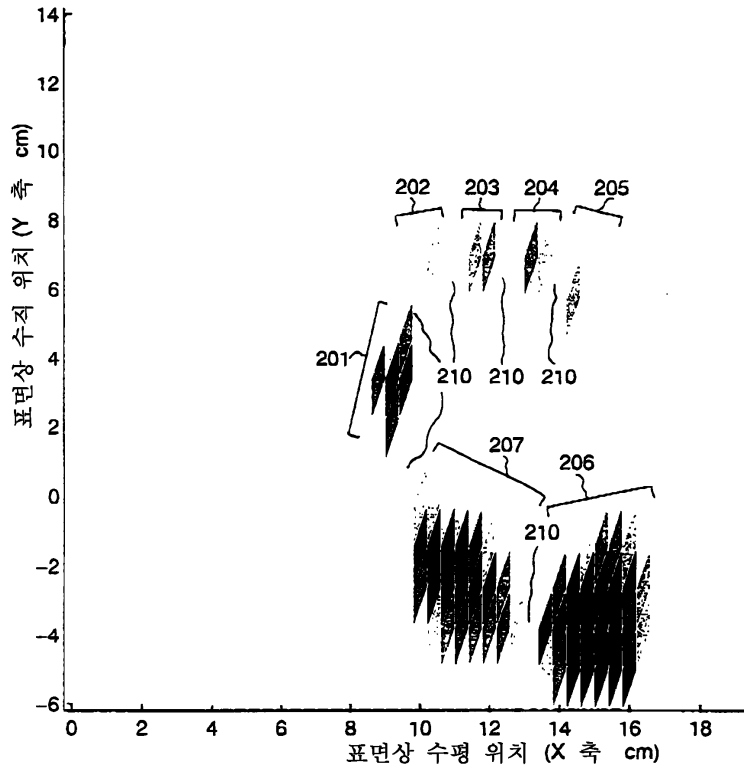
도면12



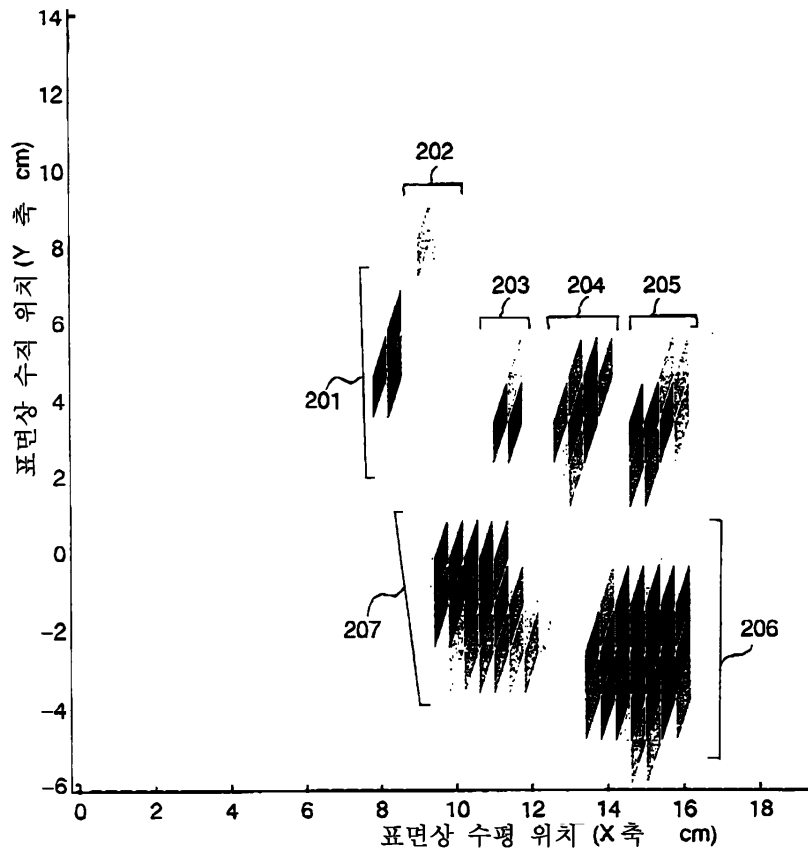
도면13



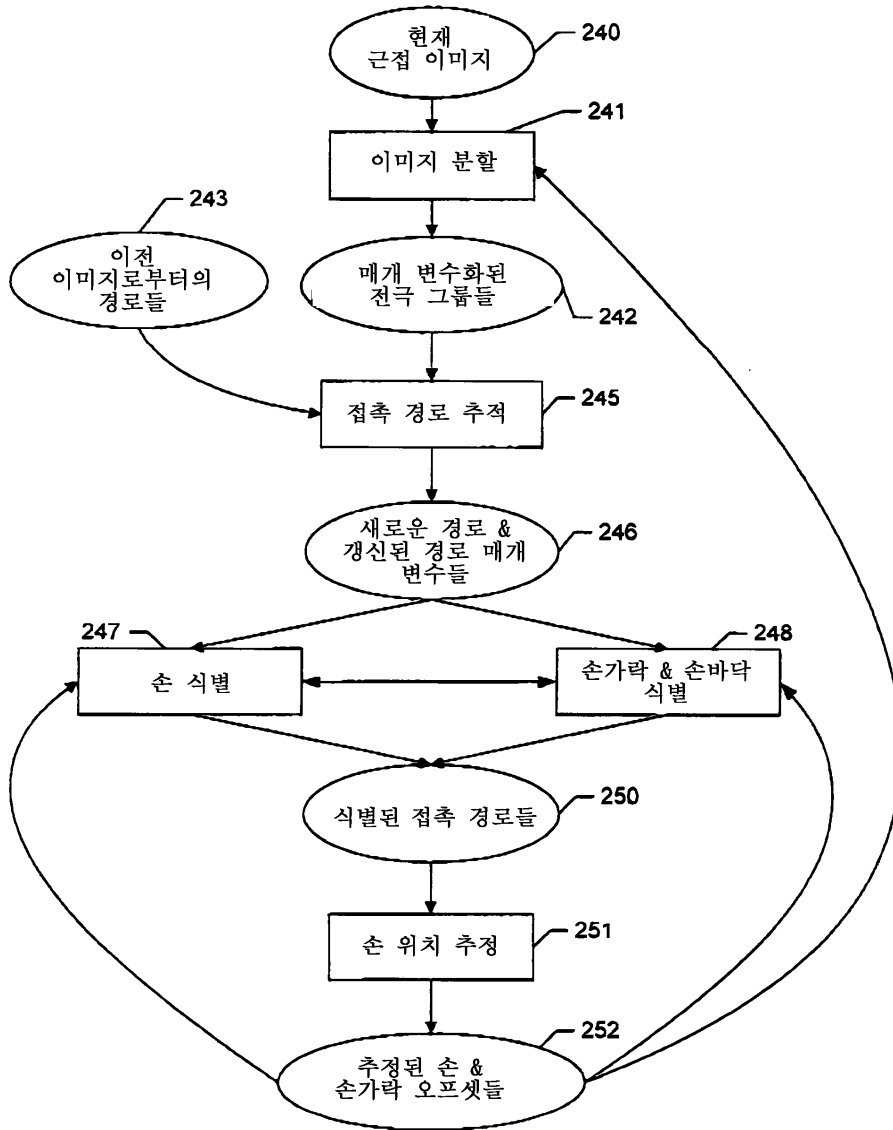
도면14



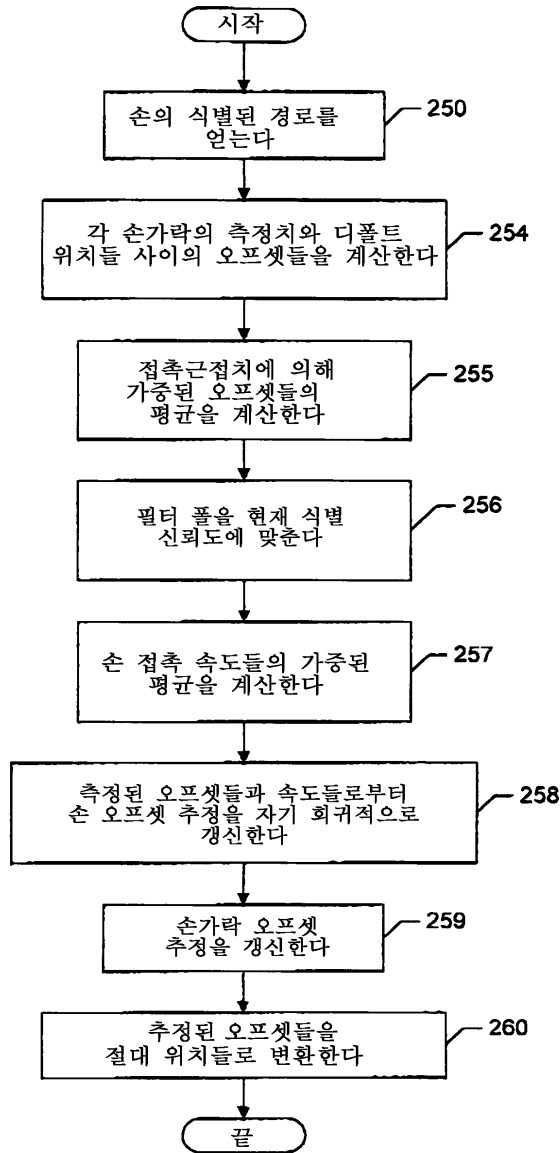
도면15



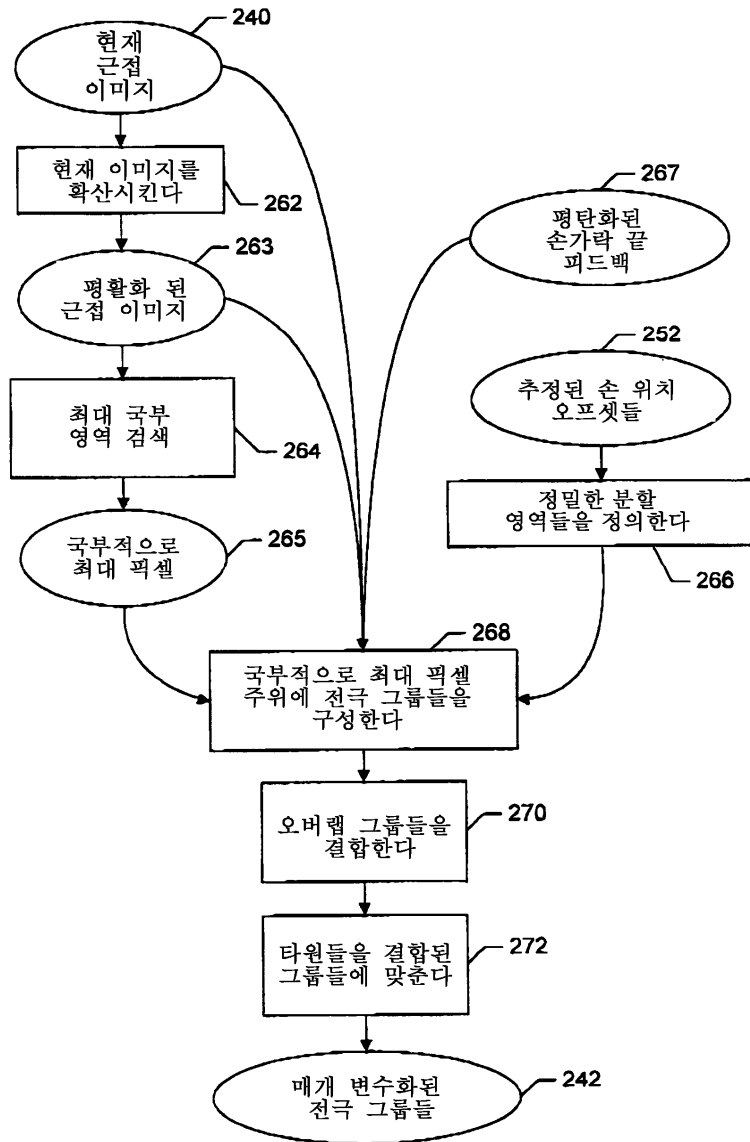
도면16



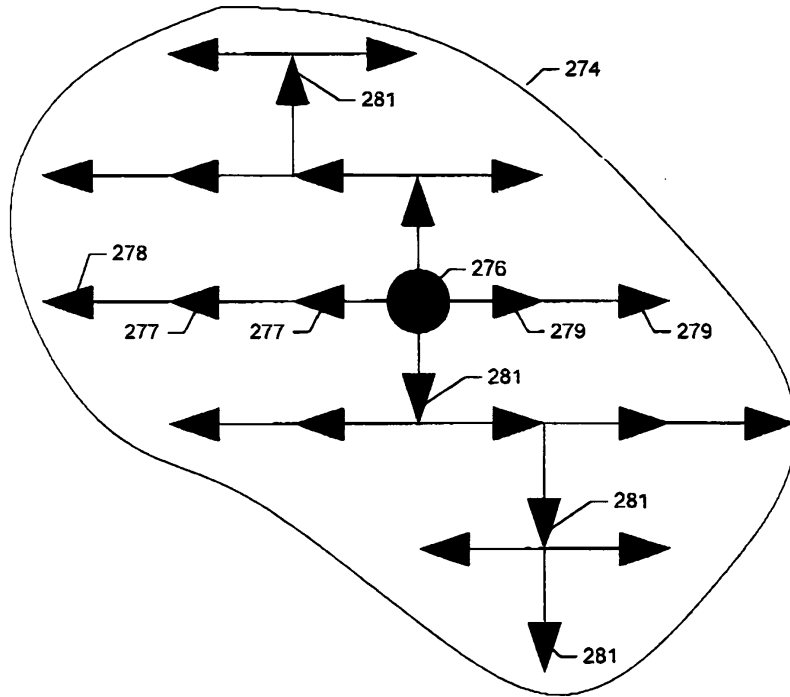
도면17



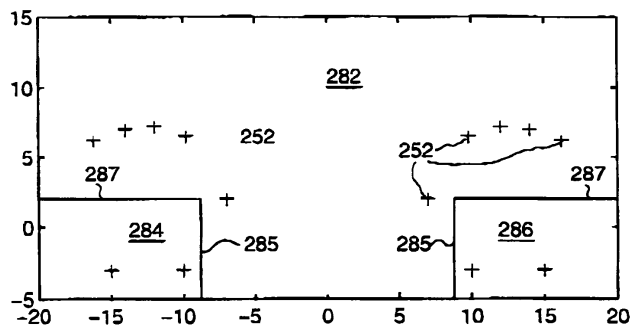
도면18



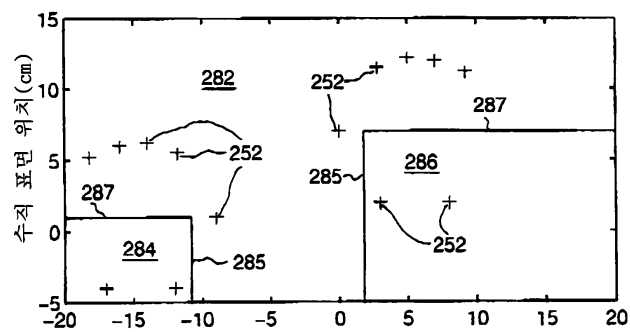
도면19



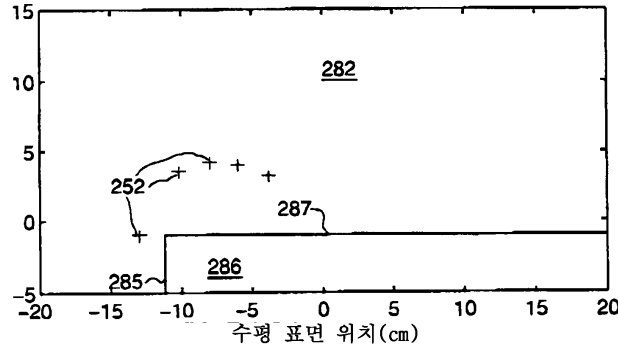
도면20a



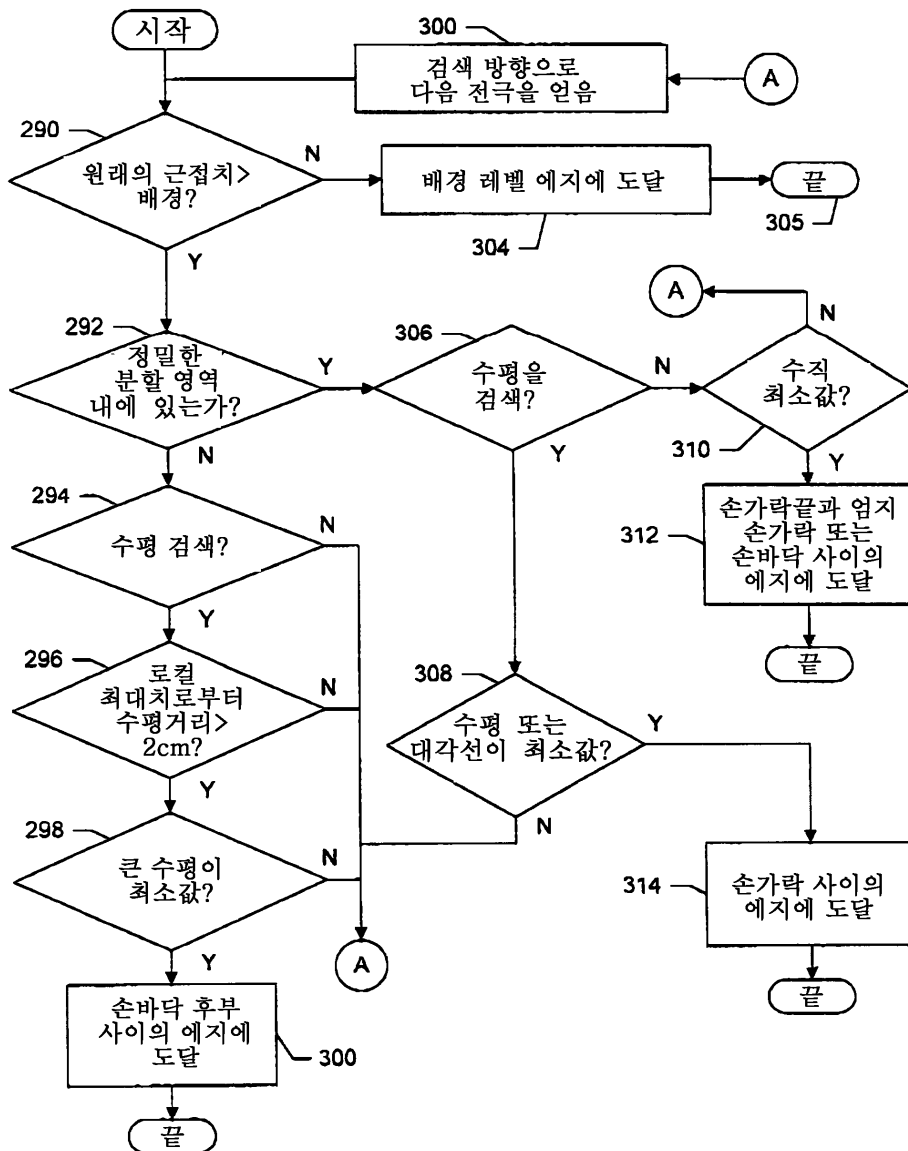
도면20b



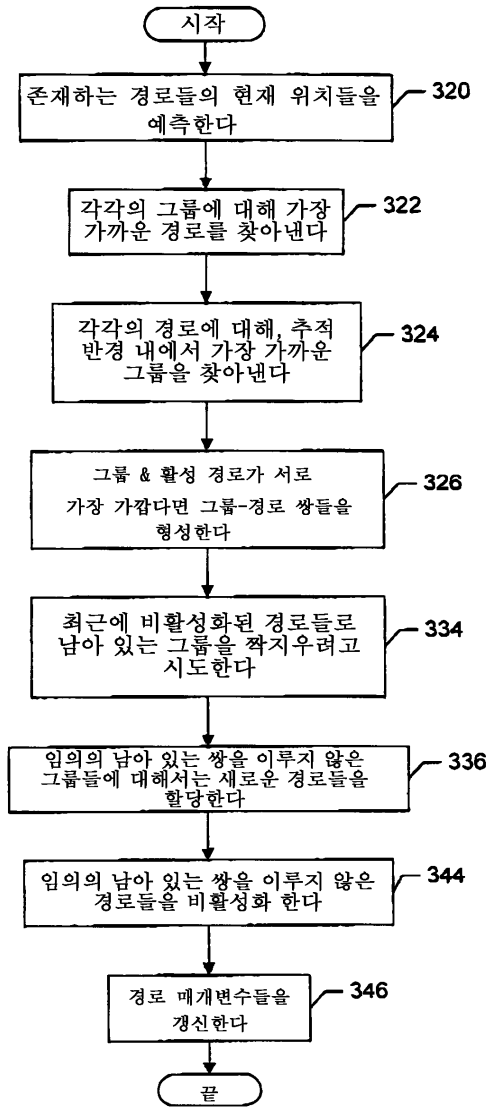
도면20c



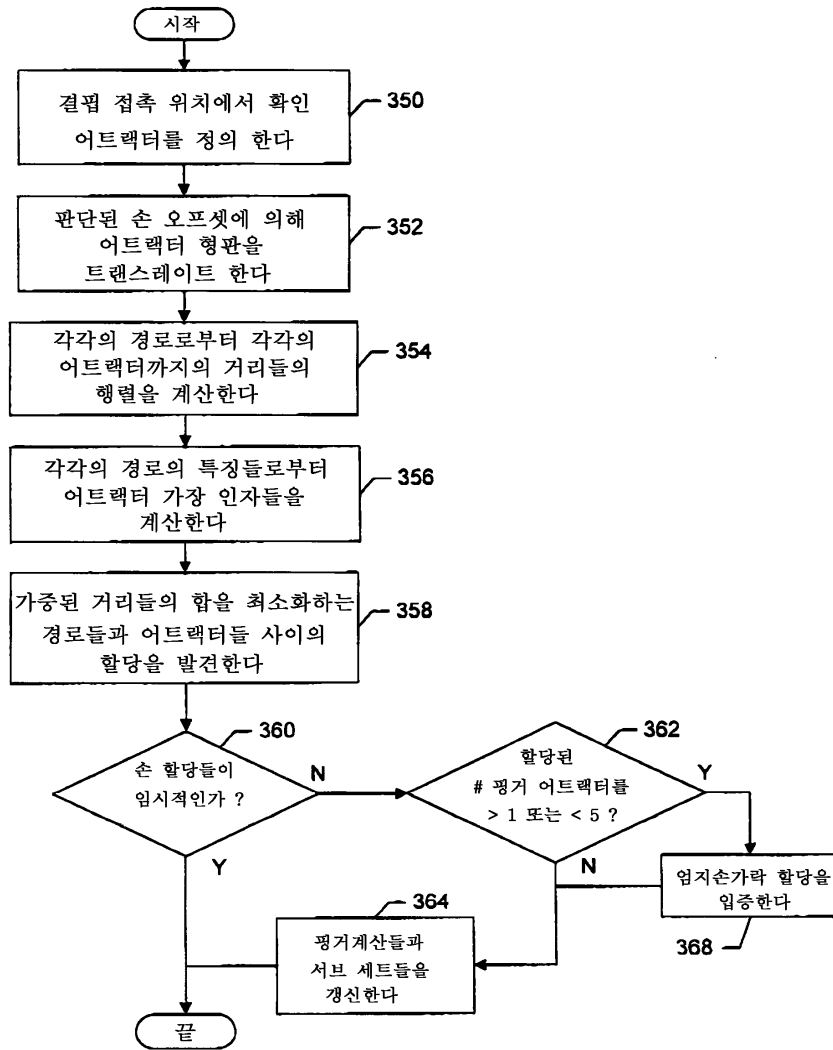
도면21



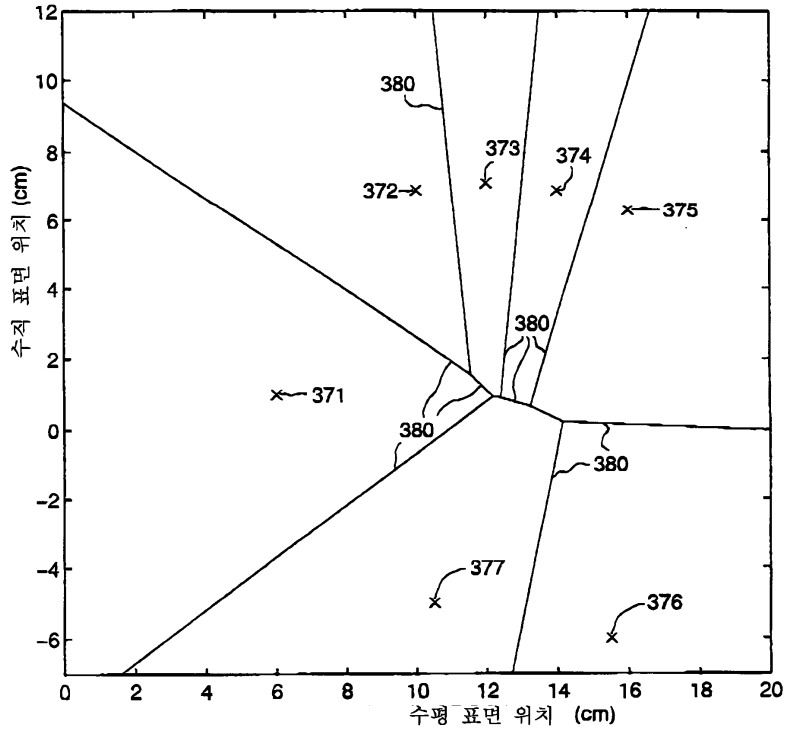
도면22



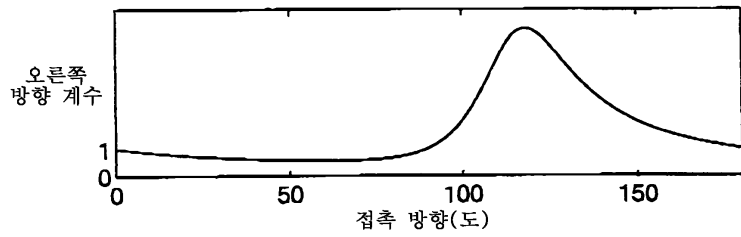
도면23



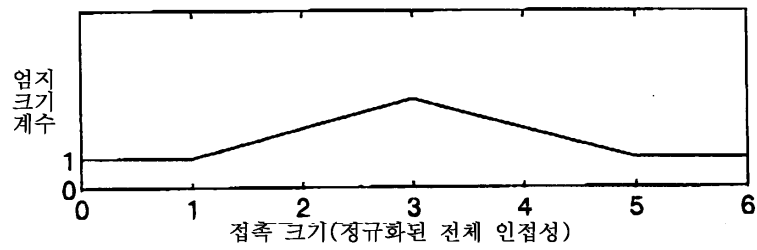
도면24



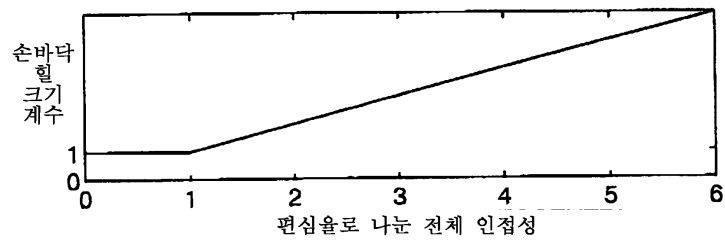
도면25a



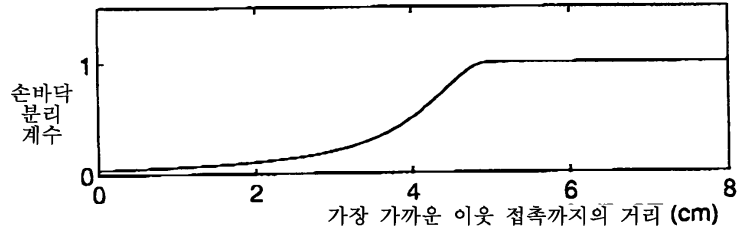
도면25b



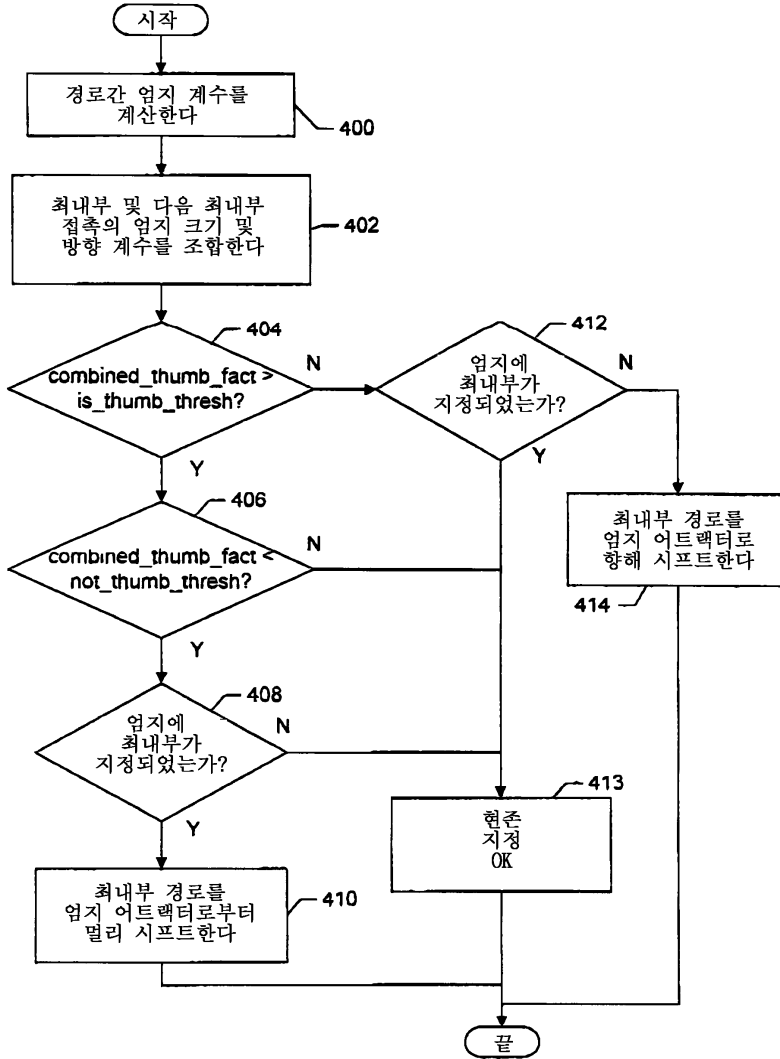
도면25c



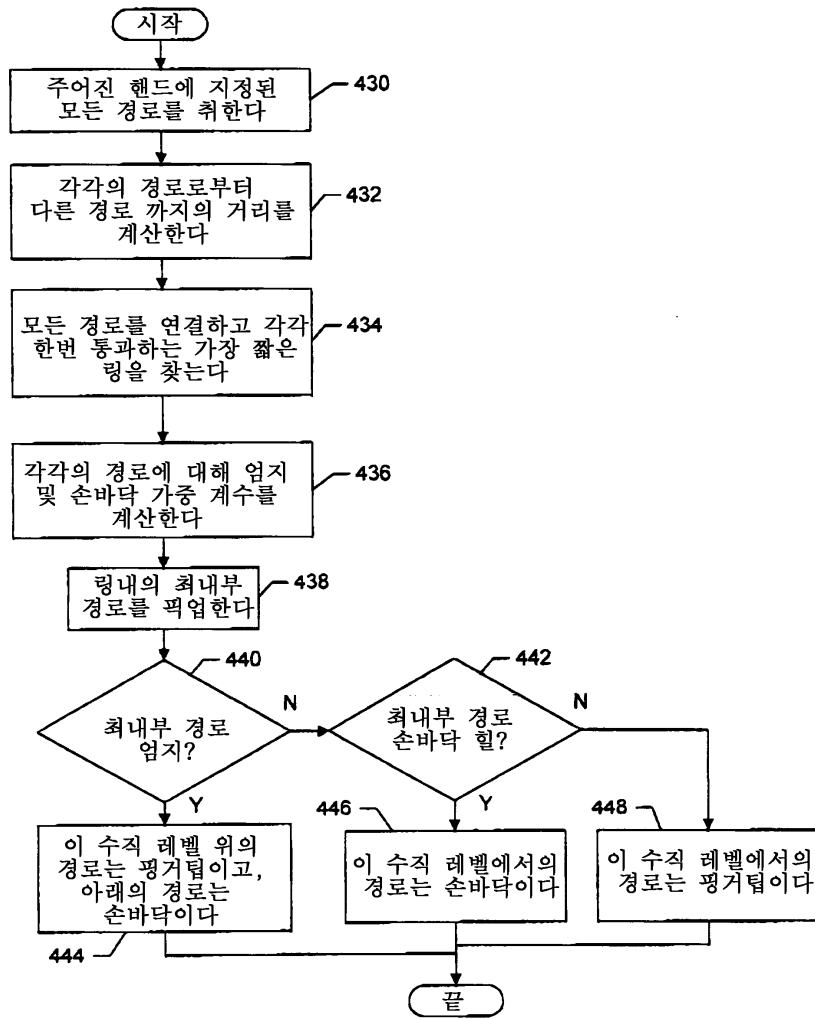
도면25d



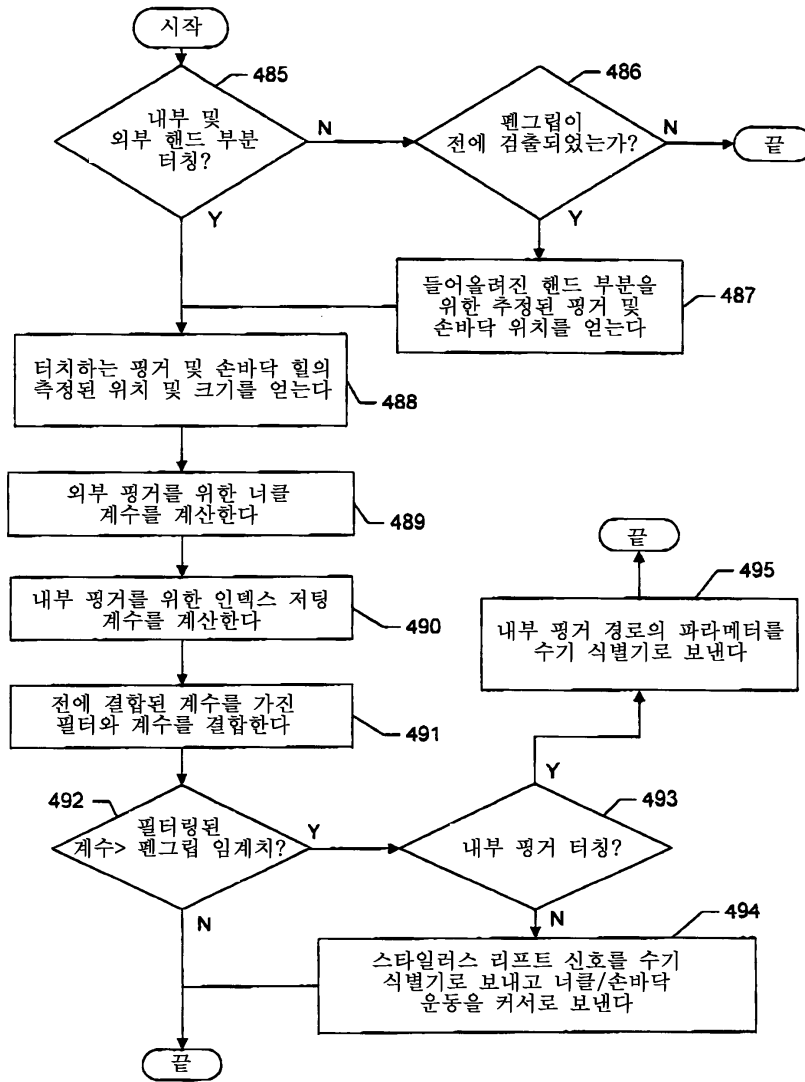
도면26



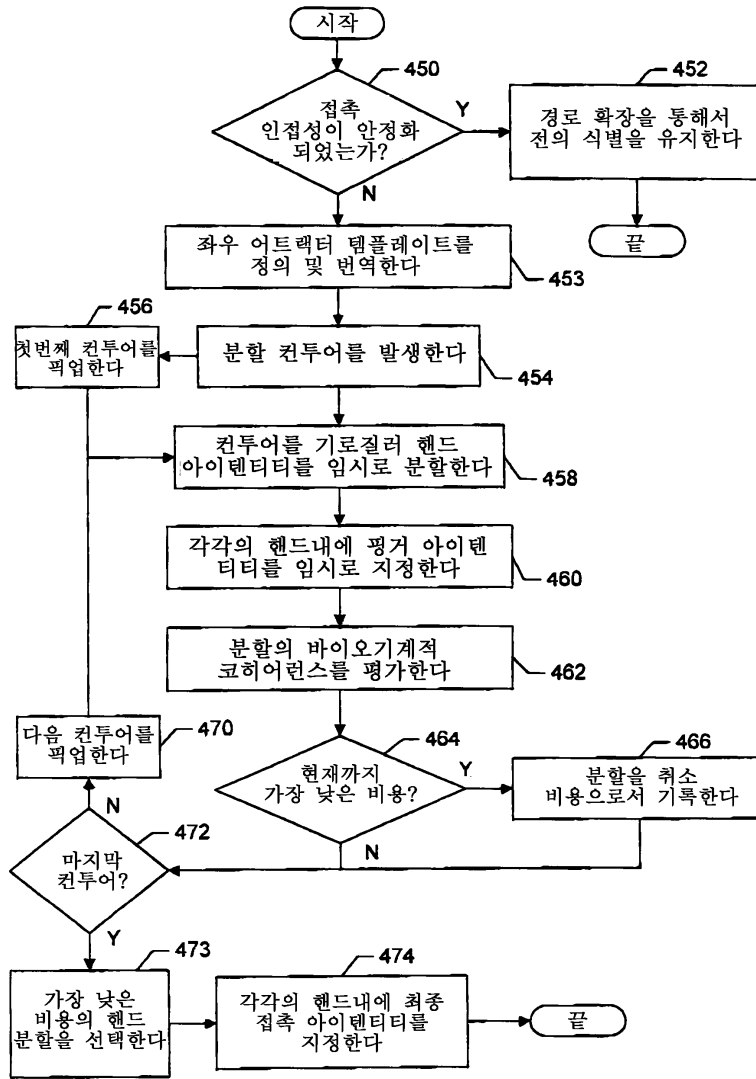
도면27



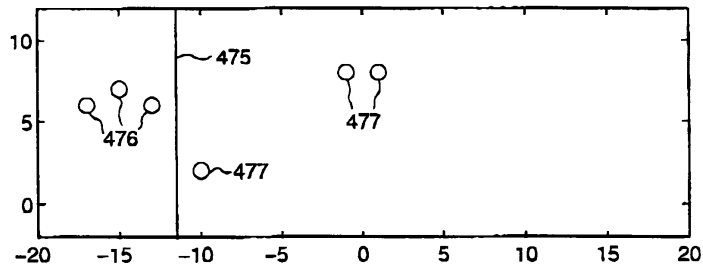
도면28



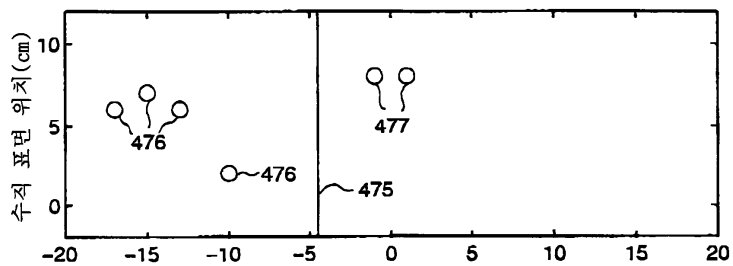
도면29



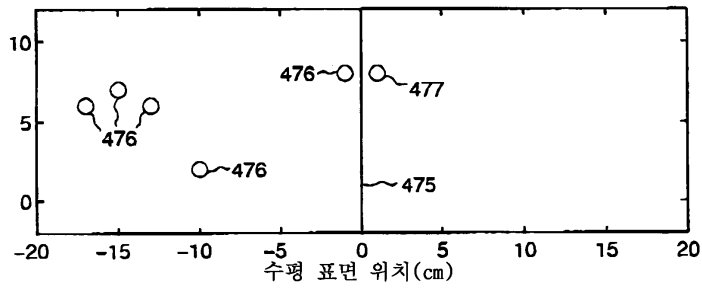
도면30a



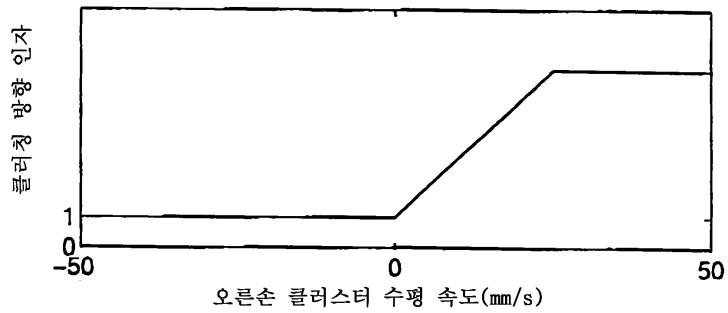
도면30b



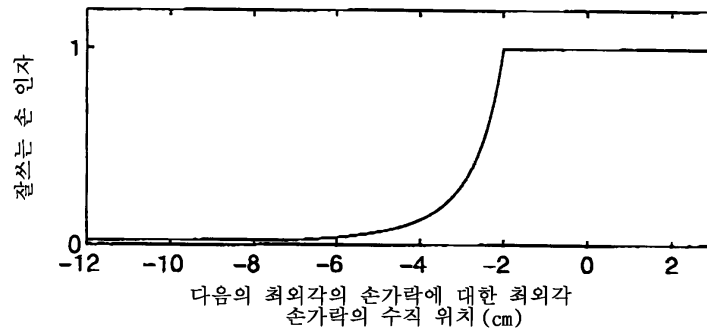
도면30c



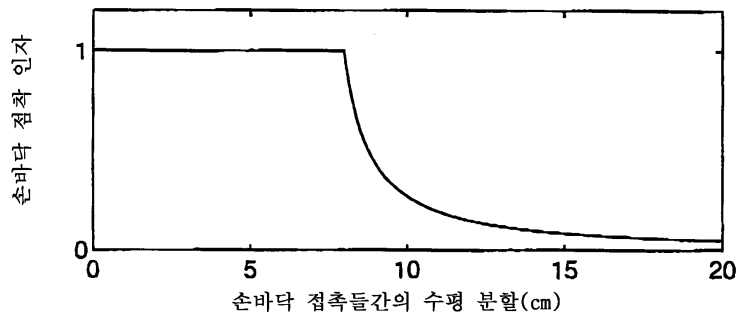
도면31a



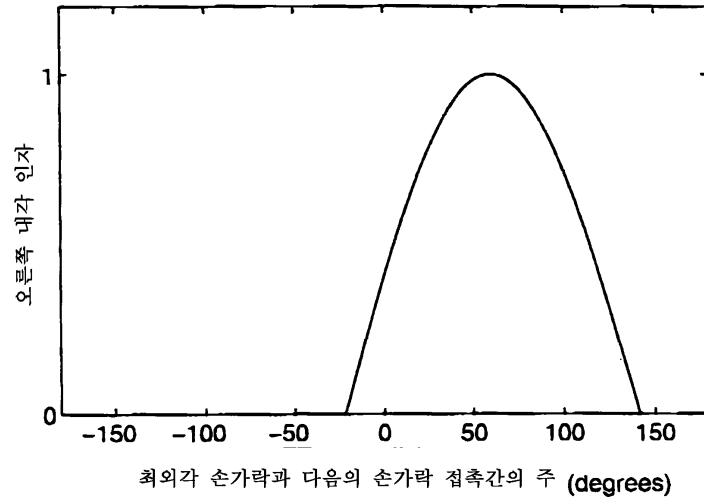
도면31b



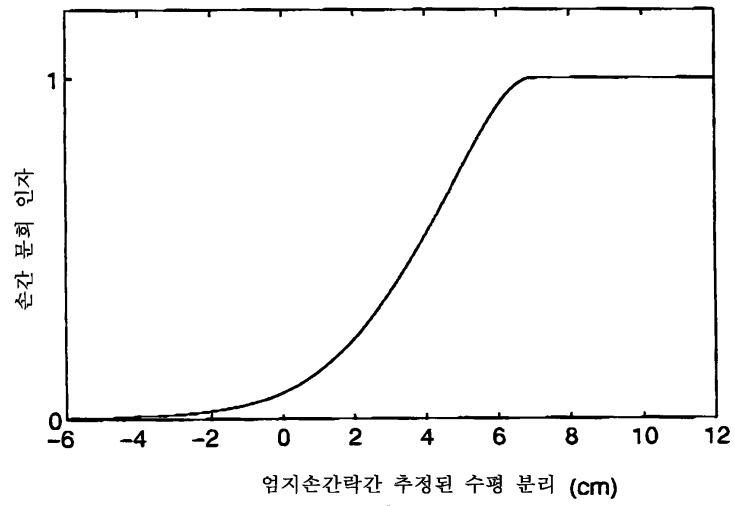
도면31c



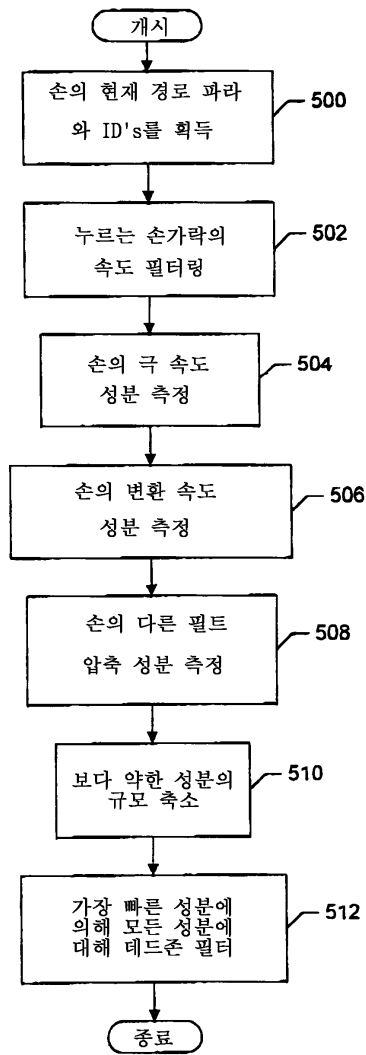
도면32



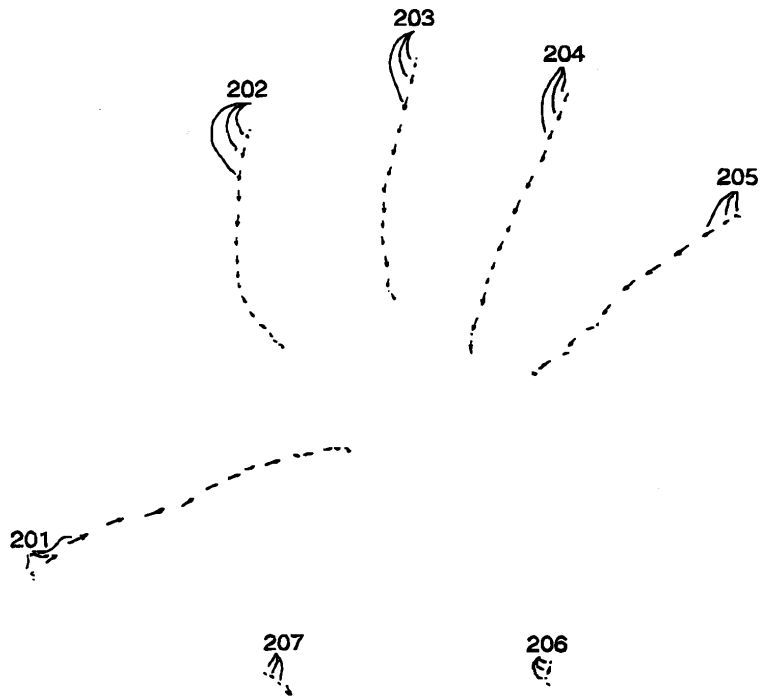
도면33



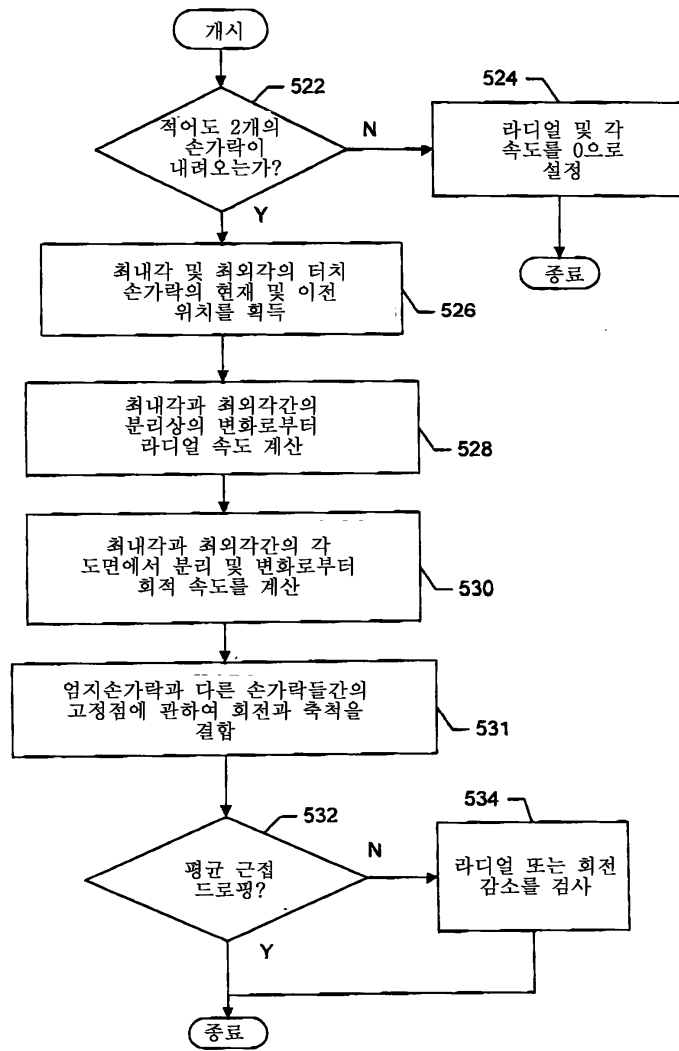
도면34



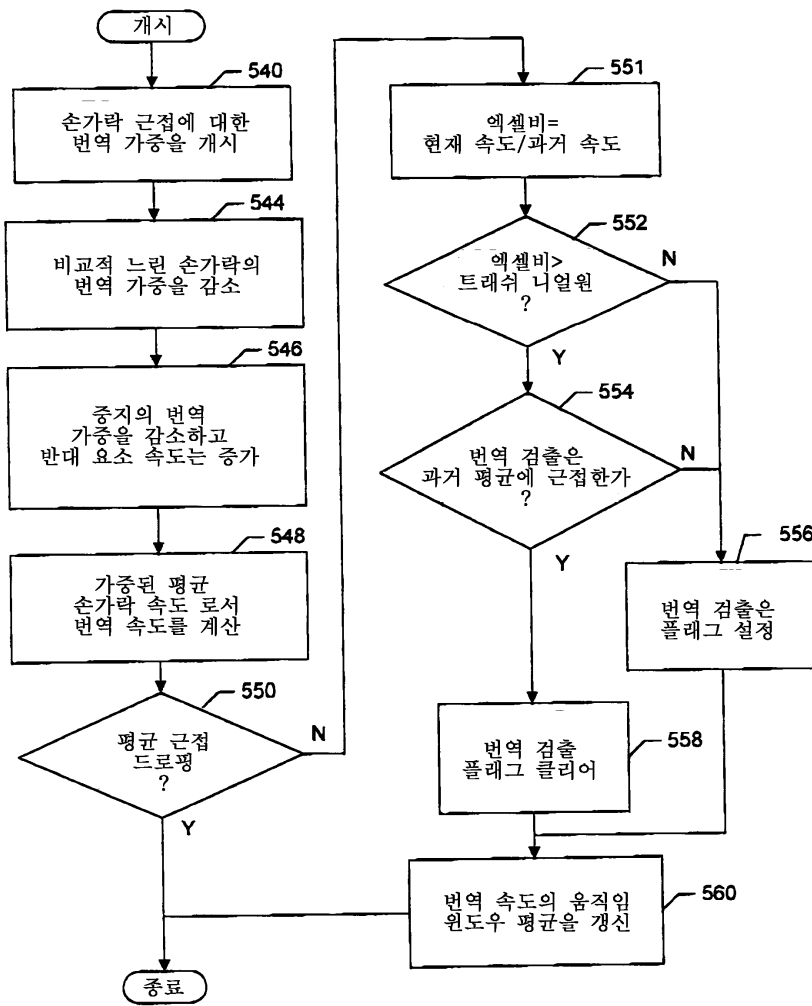
도면35



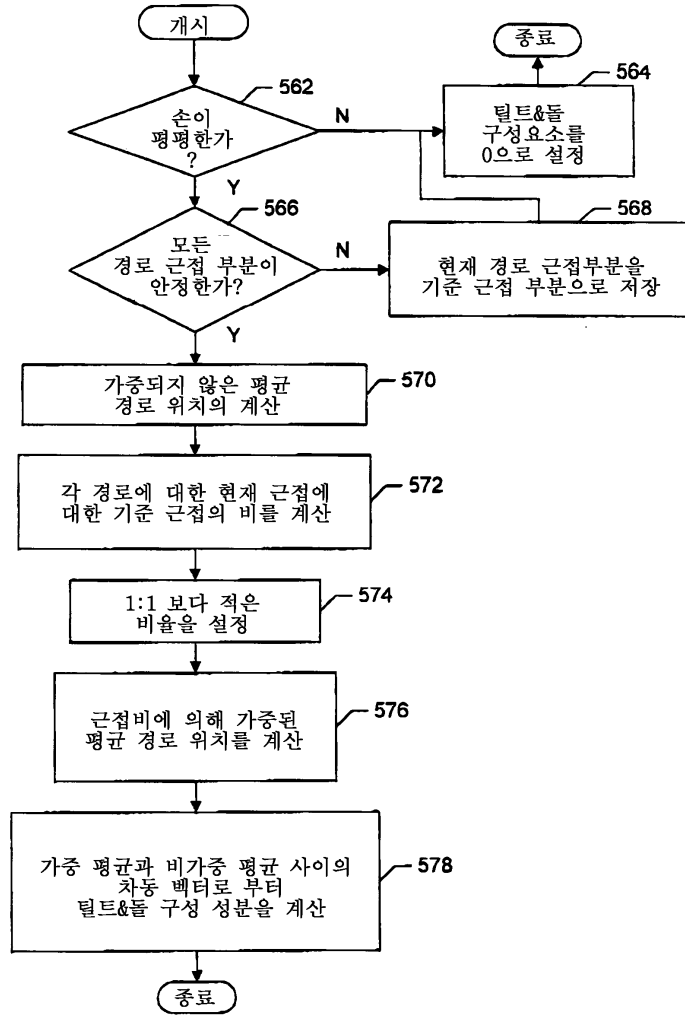
도면36



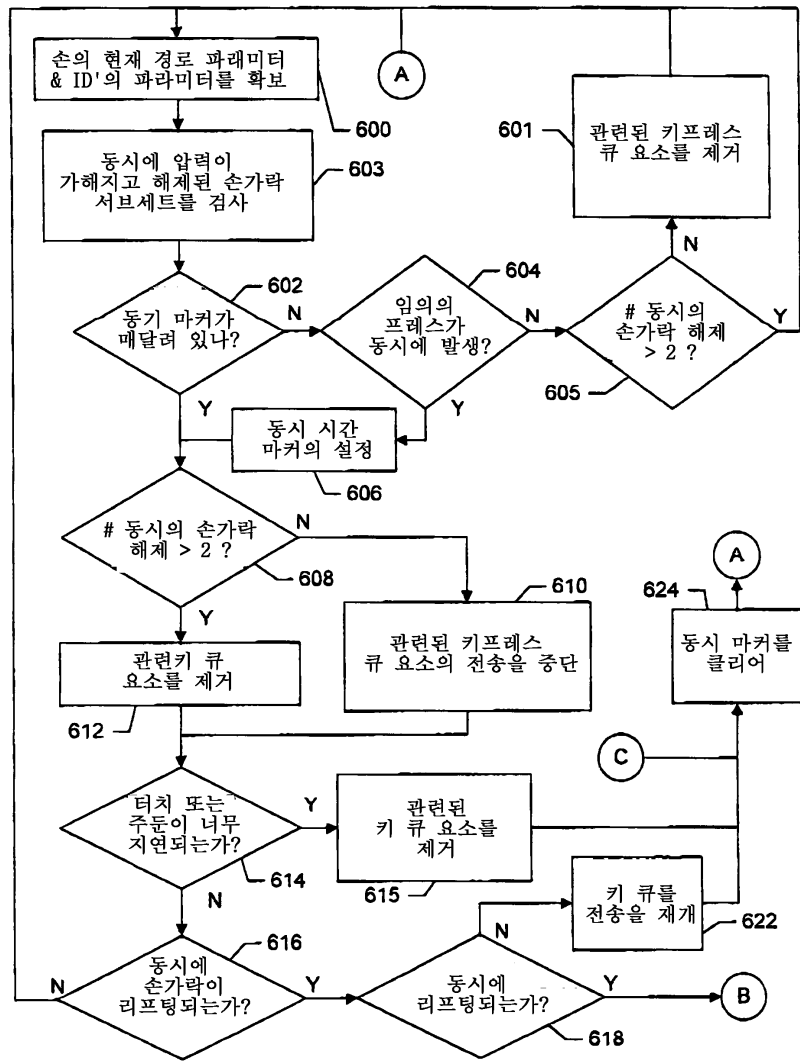
도면37



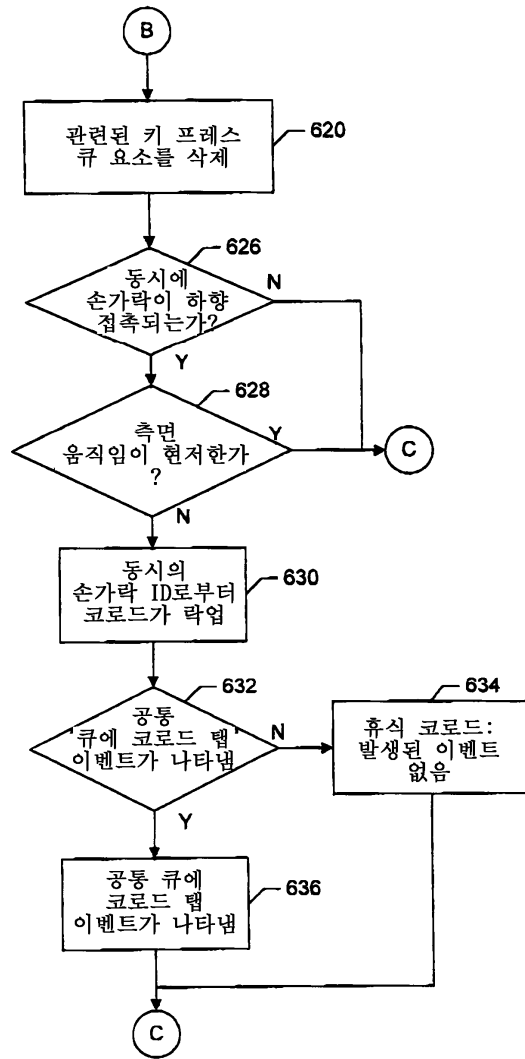
도면38



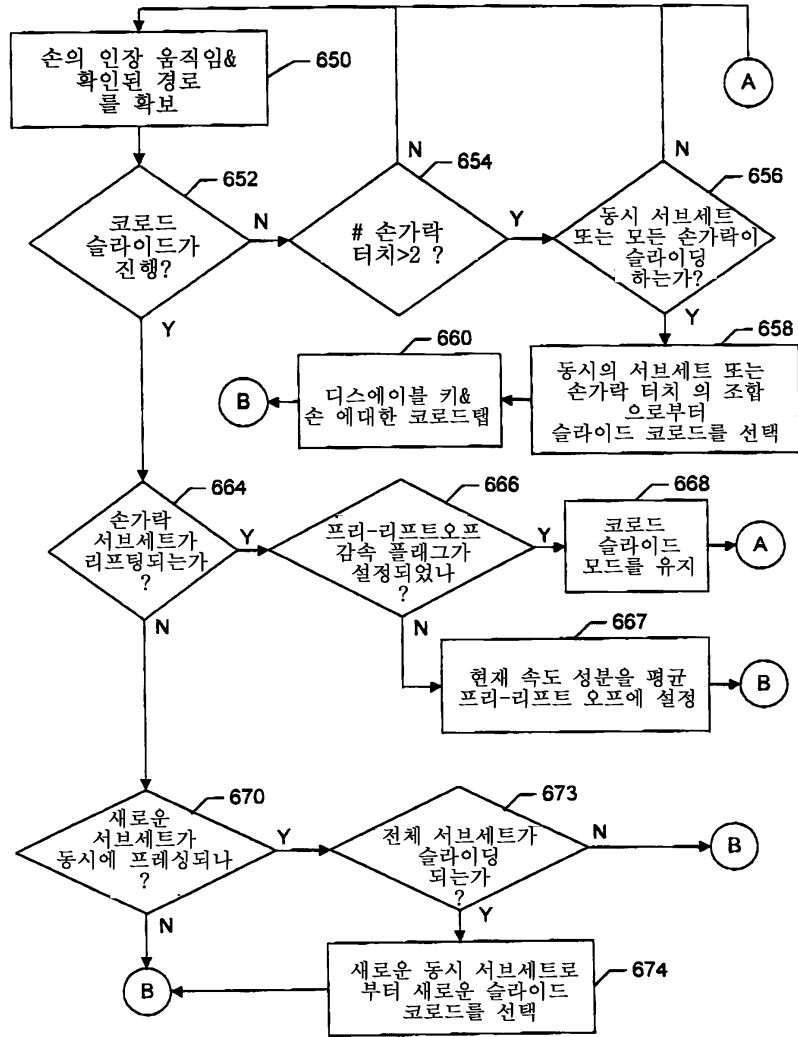
도면39a



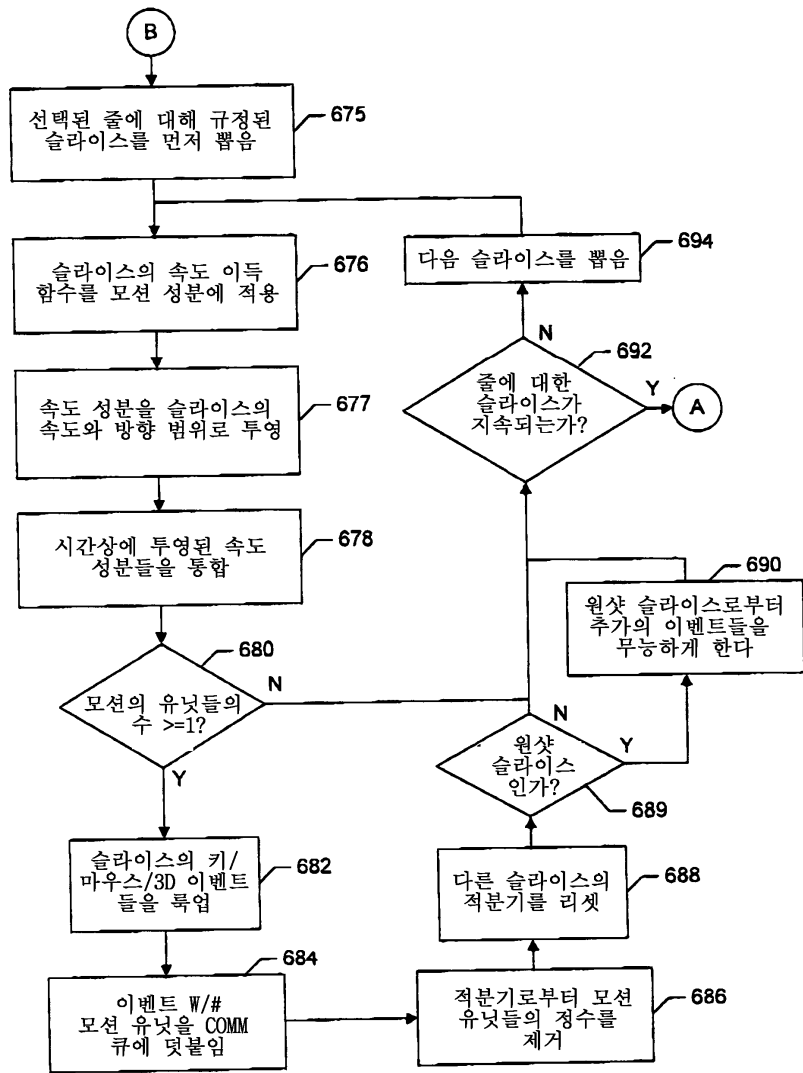
도면39b



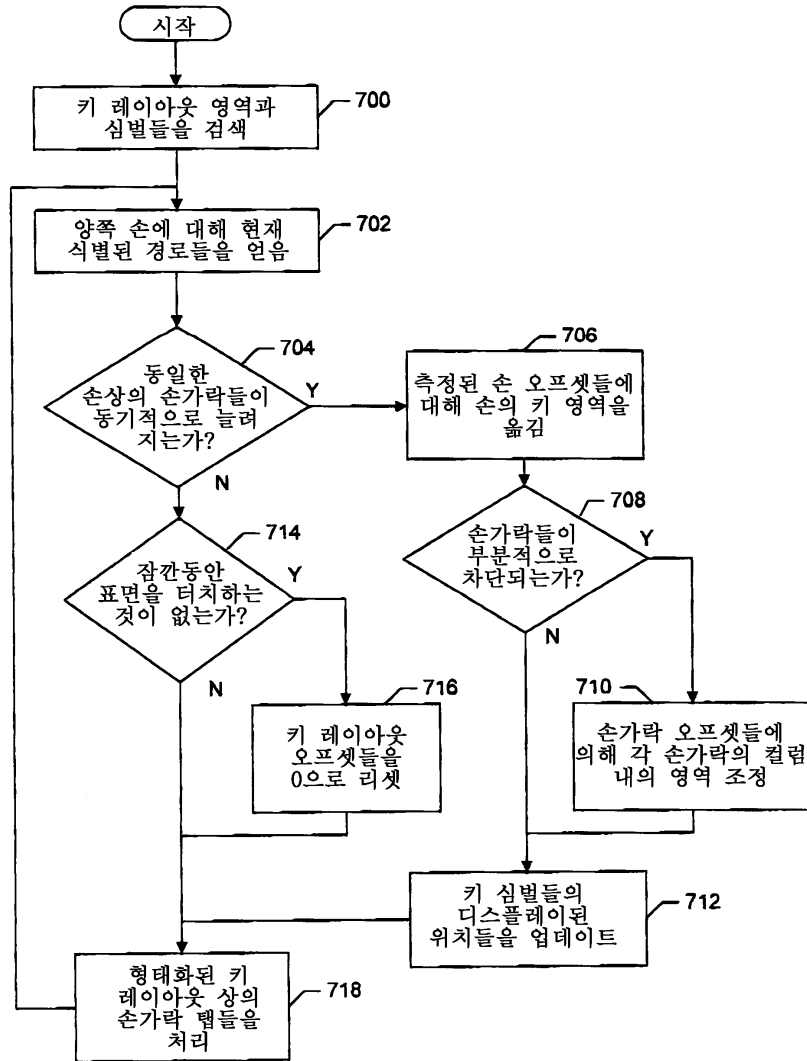
도면40a



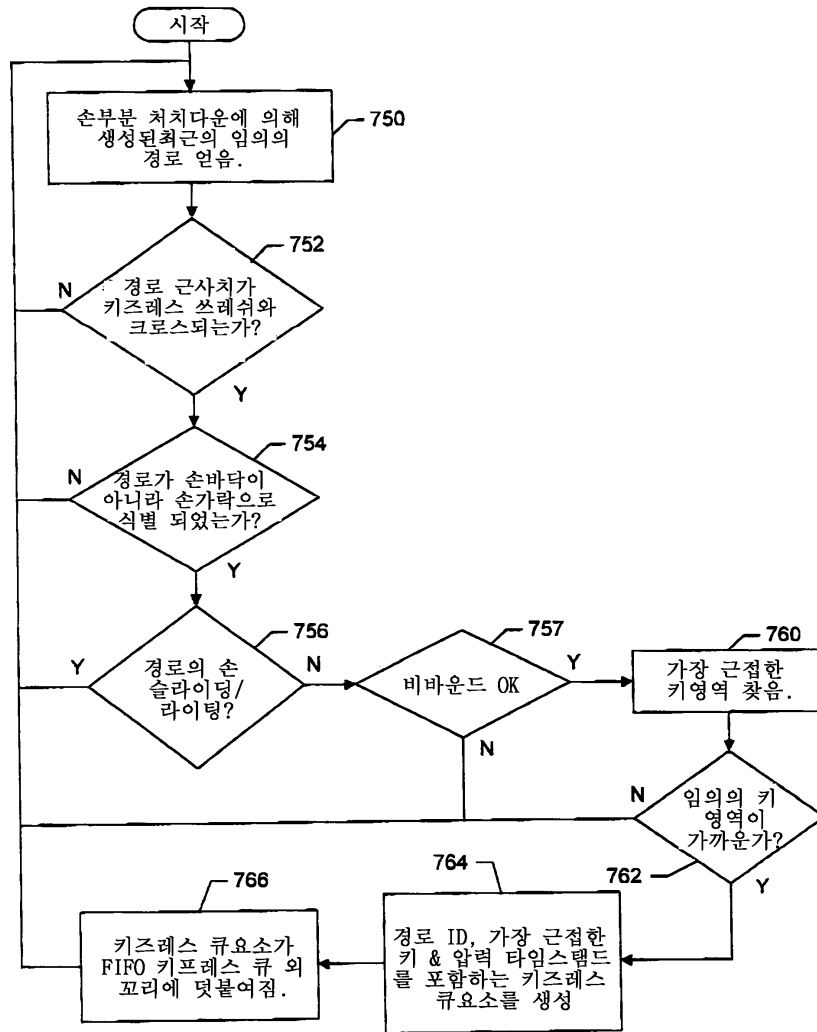
도면40b



도면41



도면42





도면43b

