



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0119049
(43) 공개일자 2009년11월19일

(51) Int. Cl.

G05D 1/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0044860

(22) 출원일자 2008년05월15일

심사청구일자 2008년05월15일

(71) 출원인

세종대학교산학협력단

서울 광진구 군자동 98 세종대학교

(72) 발명자

백성욱

서울특별시 서초구 잠원동 대림아파트 8-1305

송재혁

서울특별시 송파구 송파동 임광아파트 101-110

(뒷면에 계속)

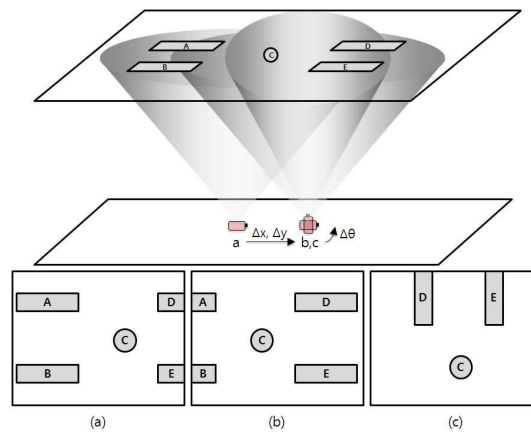
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 자기 위치 인식을 위한 이동 로봇의 기본 움직임 결정 방법

(57) 요약

본 발명은 로봇이 실내를 이동하는 가운데 자기위치인식을 위한 기본적인 움직임을 결정하는 방법에 관한 것으로서, 이동 중에 실시간으로 촬영되는 영상 데이터의 분석된 결과를 근거로, 가장 최근의 로봇의 움직임을 결정하여, 그 로봇의 현재 정확한 위치를 계산하는 기술이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

최호철

서울특별시 동대문구 장안3동 443-1호 금성연립
201호

김승규

서울특별시 성동구 성수2가1동 376번지 2층

이준배

서울특별시 강동구 둔촌2동 신성둔촌미소지움아파트
201-203

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10557
부처명	서울시
연구사업명	차세대 PMP 콘텐츠 산업 클러스터 사업
연구과제명	서울시 전략산업 혁신 클러스터 육성 지원사업
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2007년 12월 01일 ~ 2008년 11월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

이동 로봇이 i 영상과 제 $i+1$ 영상의 차이점을 분석하여, 제 $i+1$ 영상을 촬영하였을 때의 위치를 정확하게 파악하기 위해, i 위치에서 로봇이 이동, 회전, 정지하는지 3가지 움직임 중에 어떠한 움직임을 행했는지 결정하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 이동로봇이 자기 위치 인식을 하기 위한 가장 최근의 로봇의 움직임 결정에 관한 기술이다.

배경 기술

- <2> 본 발명은 천장영역의 영상을 이용한 이동 로봇의 기본 움직임 결정 방법에 관한 것으로, 어안렌즈가 설치된 카메라에 의해 획득된 천장영역의 영상정보를 시간에 따라 분석하여 로봇의 위치를 파악하기 위해 이동 로봇의 기본 움직임을 결정하는 방법에 관한 것이다.
- <3> 일반적으로 이동 로봇의 자기위치 인식 기술은 인코더(Encoder)와 같은 주행거리계를 사용하는 방법, 초음파 센서나 레이저를 이용한 거리측정 장치를 통한 거리 측정 및 장애물을 탐지하는 방법, 실내에 존재하는 표식 영상을 획득하여 그 영상을 처리하는 방법이 있다.
- <4> 주행거리계의 경우 로봇에 설치된 바퀴의 회전수 및 회전각을 검출하는 센서를 통해 검출된 신호를 계산하여 주행거리 및 현재 위치를 산출한다. 그러나, 이러한 종래의 위치인식방법은 이동로봇이 주행하는 동안 바퀴의 슬립이나 바닥면의 굴곡 등에 의해 센서로 검출된 신호로부터 산출된 주행거리 및 로봇의 위치와 실제 주행거리 및 실제 로봇의 위치 사이에 오차가 발생하게 되며, 이러한 위치인식 오차는 로봇이 주행하면서 점점 오차량이 증가하게 되어 로봇은 자신의 위치를 인식하지 못할 수 있다.
- <5> 초음파 센서나 레이저 센서의 경우, 검출대상물의 형상이 원통형이거나 오목, 볼록 면 유리 등의 경우 수신 계측 성능이 낮아질 수 있으며, 이는 오차를 발생한다.
- <6> 영상처리를 통한 위치인식의 경우 앞서 설명한 문제점을 해결할 수 있으며, 상대적인 자기위치인식 기술은 이동 로봇이 주행할 환경정보가 미리 주어져 있지 않더라도 다른 센서의 도움 없이 이동 로봇이 스스로 자율주행이 가능한 장점이 있다.
- <7> 상기, 영상처리를 통한 위치인식은 카메라를 통해 천장영역의 영상을 획득하는데, 더 넓은 천장영역을 확보하기 위해 보통 렌즈보다 시야각이 넓은 어안렌즈를 사용한다.
- <8> 카메라에서 획득한 영상을 영상처리를 통해 특징점을 추출하고, 특징점을 기반으로 로봇의 움직임을 결정하게 되는데, 이러한 이동 로봇의 위치를 파악하기 위해서 로봇의 기본 움직임 판단하는 종래 기술은 존재하지 않는다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <9> 본 발명의 목적은 이동 중 입력되는 영상 데이터의 정보를 분석하여 이동로봇의 움직임을 판단함으로써, 이동 로봇의 위치 인식의 가장 치명적인 약점인 회전을 전진으로 (혹은 그 반대로) 결정하는 것을 막아 이동로봇의 위치판단의 정확도가 향상시키는 데 있다.

과제 해결수단

- <10> 이동 로봇이 i 영상과 제 $i+1$ 영상의 차이점을 분석하여, 제 $i+1$ 영상을 촬영하였을 때의 위치를 정확하게 파악하기 위해, i 위치에서 로봇이 이동, 회전, 정지하는지 3가지 움직임 중에 어떠한 움직임을 행했는지 결정한다.

다.

효 과

- <11> 상기와 같이 구성되는 본 발명에 따른 이동로봇의 기본 움직임 결정방법은 촬영된 영상데이터에서 특징점을 추출하고, 특징점을 그룹으로 묶고, 그룹 포인트를 중심으로 회전과 이동의 움직임을 결정하게 되며, 이는 이동로봇의 위치판단이 용이한 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <12> 본 발명에 따른 이동로봇은 카메라를 통한 천장영역의 영상을 촬영하여 입력되는 영상 데이터로부터 특징점을 추출하고, 특징점을 그룹으로 묶는 영상제어부, 상기 영상제어부로부터 소정 시간 간격으로 입력되는 제 i 번째 데이터 및 제 $i+1$ 번째 데이터를 비교하여 다수의 특징점을 매칭하고, 매칭된 결과를 분석하여 움직임 및 위치를 판단하는 행동제어부를 포함한다.
- <13> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하면 다음과 같다.
- <14> 도 1은 본 발명에 따른 실내 공간에서 이동로봇의 주행을 나타내는 도이다. 이동로봇은 천장을 바라보며 2차원으로 이동하며, 카메라를 통해 천장영역의 영상을 촬영한다. 도 1의 (a)는 시작위치에서 천장영역을 촬영한 영상을 도식화 한 것이다. (b)는 시작위치에서 Δx , Δy 만큼 이동한 위치에서 촬영한 영상을 도식화 한 것이다. (c)는 b위치에서 $\Delta \theta$ 만큼 회전한 위치에서 영상을 도식화한 것이다. 촬영한 영상을 영상처리과정을 통해 특징점을 추출하고, 그 특징점을 기반으로 이동 로봇의 기본 움직임을 결정한다.
- <15> 도 2는 본 발명에 따른 이동로봇의 움직임 및 위치를 판단하는 과정이 도시된 도이다. 이동로봇은 카메라를 구동하여 천장영역의 영상을 촬영한다(S110). 영상제어부는 시야각이 넓은 어안렌즈로 인한 측방향 왜곡을 보정하고(S120), 특징점을 추출한다(S130). 이때 특징점 추출방법은 수잔알고리즘(Susan Corner Detector)를 이용하는 것을 예로 한다. 이때, 추출되는 특징점은 로봇비전의 특성상 카메라의 성능과 주변 환경에 의한 노이즈 발생으로 신뢰도가 낮다. 이를 보완하기 위해 일정 범위의 특징점들을 그룹으로 묶어 이를 활용한다(S140).
- <16> 소정의 시간 간격으로 촬영된 영상데이터를 비교하여 제 i 시간의 영상데이터의 그룹 포인트(Group Point)와, 제 $i+1$ 시간의 그룹 포인트를 비교, 매칭한다(S150). 매칭은 이동과 회전에 대하여 각각 진행되며, 각각 매칭의 결과와 각 그룹의 가중치(Weight)의 연산 등의 의사결과 과정을 거쳐 이동 로봇의 기본 움직임을 결정하게 된다(S160). 매칭에 따라 움직임이 결정되면 이동거리나 회전각을 산출한다(S170, S180). 이를 바탕으로 로봇의 위치를 판단한다.
- <17> 도 3은 본 발명에 따른 추출된 특징점이 도시된 도이다. 도 3의 (a)는 더 넓은 천장영역의 영상을 획득하기 위해 일반 렌즈보다 시야각이 넓은 어안렌즈(130°) 카메라를 사용해 상부의 영상을 촬영한 도이다. 촬영된 영상은 어안렌즈의 특성상 측방향 왜곡이 존재하며, 도 3의 (b)와 같이 왜곡을 보정해야 한다. 이 과정에서 이미지 일부의 해상도가 매우 낮은 상태가 된다.
- <18> 보정된 이미지는 소정의 알고리즘을 이용하여 도 2의 (c)와 같이 특징점을 추출한다. 이동로봇의 영상처리환경이 임베디드 환경이고, 어안렌즈를 이용하는 점을 고려해 비교적 빠르고 안정적인 수잔알고리즘(Susan Corner Detector)을 이용하여 특징점을 추출한 것을 예로 한다. 여기서, 임의의 표식으로부터 특징점을 추출할 수 있다. 즉, 천장영역에 존재하는 형광등 또는 화재경보기 등의 자연표식을 이용하여 특징점을 추출할 수 있다.
- <19> 추출된 특징점은 카메라의 성능이나 주변환경의 영향으로 노이즈에 민감하다. 즉, 특징점들은 노이즈 등으로 인하여 안정된 상태로 획득 할 수 없다. 이를 보완하기 위해 일정 범위의 특징점들을 도 3의 (d)와 같이 클러스터링을 통해 그룹으로 묶게 된다. 군집된 특징점들의 대푯값을 그룹 포인트로 정의하며, 정의된 그룹 포인트를 기반으로 이동로봇의 기본 움직임을 결정한다.
- <20> 도 4는 본 발명에 따른 이동 로봇 움직임의 유한 상태(Finite State Machine)를 나타내는 도이다. 먼저, 이동로봇의 움직임은 회전과 이동, 정지 3가지로 한정한다. 이동은 한 방향으로만 진행한다고 가정하고, 이동은 연속적으로 이루어 지지만, 회전은 연속적으로 이루어지지 않는다. 이동 로봇의 이동이나 회전을 하지 않고, 제 자리에 정지하고 있을 경우 정지 상태를 나타낸다. 이동 로봇이 가동하기 시작하면, 로봇의 안정적인 주행을 위해 Initial Training을 실시한다. 후에 이동 로봇은 제 i 시간의 그룹 포인트와 제 $i+1$ 시간의 그룹 포인트를 매칭, 비교하여 이동로봇의 기본 움직임을 결정한다. 기본 움직임 결정 기술의 연산 결과를 임계값과 비교하여 이에 따라 로봇의 움직임을 결정한다.

<21> 도 5는 본 발명에 따른 이동 로봇의 카메라를 통해 획득한 특징점을 그룹으로 묶은 그룹 포인트의 변화가 도시된 도이다. 도 5의 (a), (b), (c)는 i 시간의 그룹 포인트와 i+1 시간의 그룹 포인트의 변화 및 매칭이 도시되어 있다. 도 2의 그룹 포인트 i 시간의 그룹 포인트와 i+1 시간의 그룹 포인트간의 비교 및 매칭 단계(S150)에서의 결과가 각각 [표 1], [표 2], [표 3]과 같다.

표 1

<22>	그룹 포인트	A	B	C	D	E
	가중치	0.5	0.2	0.15	0.1	0.05
	이동거리(pixel)	34	29	38	-	33
	회전각도(°)	-	23	-	13	-

표 2

<23>	그룹 포인트	A	B	C	D	E
	가중치	0.51	0.2	0.15	0.1	0.04
	이동거리(pixel)	-	45	-	-	-
	회전각도(°)	22	-	24	24	23

표 3

<24>	그룹 포인트	A	B	C	D	E
	가중치	0.3	0.25	0.2	0.15	0.15
	이동거리(pixel)	-	34	-	39	-
	회전각도(°)	31	30	34	-	18

<25> 도 5의 (a), (b), (c)의 매칭 결과를 다음의 식에 따라 이동 로봇의 기본 움직임을 결정한다.

수학식 1

<26>
$$\sum_{i=0}^n W_i (-1)^{p_i}$$

수학식 2

<27>
$$\begin{cases} p=1 \text{ (rotation)} \\ p=2 \text{ (translation)} \end{cases}$$

수학식 3

<28>
$$\left| \sum_{i=0}^n W_i (-1)^{p_i} \right| < \alpha$$

수학식 4

<29>
$$\sum_{i=0}^n W_i (-1)^{p_i} \geq \alpha$$

수학식 5

$$\sum_{i=0}^n W_i (-1)^{P_i} \leq -\alpha$$

<30>

<31> [식 1]은 가중치에 각 그룹의 움직임 결과값을 곱하여 그 총합으로 로봇의 행동을 결정하는 수식이다. 각 움직임의 결과값(p)은 [식 2]와 같이 결정된다.

<32> [식 3]과 같이 [식 1]의 결과값의 절대값이 α 보다 작은 경우 정지 상태로 판단하게 된다. [식 4, 5]와 같이 [식 1]의 결과 값이 α 보다 큰 경우 이동으로 $-\alpha$ 보다 작은 경우 회전으로 판단하게 된다.

<33> 도 6은 본 발명에 따른 이동 로봇의 그룹 포인트 매칭 결과에 따른 움직임 결정 단계를 도식화한 도이다. 상기 서술한 식의 내용을 가중치가 가장 높은 그룹 포인트부터 해당하는 움직임에 따른 행동 간선을 도식화한 것이다. 각 그룹의 간선의 길이는 가중치에 비례한다. 도 5 (a)의 B그룹 포인트와 같이 움직임 결과가 이동과 회전 모두 가능하다면 두 방향으로 간선을 그려주게 된다. C, D, E 그룹 포인트의 간선을 움직임 결과에 따라 행동 간선을 완성한 후, 마지막 간선이 가리키는 움직임 결과값으로 이동 로봇의 기본 움직임을 결정하게 된다.

<34> 도 5 (a)의 경우 최종 간선의 위치가 이동을 나타내고 있으며, 도 5 (b)의 경우 회전을 나타내고 있다. 도 5 (c)의 경우 최종 간선의 결과가 정지 상태를 나타내고 있다.

<35> 이상과 같이 본 발명에 의한 이동로봇의 움직임 결정은 예시된 도면을 참조로 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명은 한정되지 않고, 기술사상이 보호되는 범위 내에서 응용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

<36> 도 1은 본 발명에 따른 실내 공간에서 이동하는 이동로봇의 주행을 나타내는 도,

<37> 도 2는 본 발명에 따른 이동로봇의 움직임 및 위치를 판단하는 과정이 도시된 도,

<38> 도 3은 본 발명에 따른 추출된 특징점이 도시된 도,

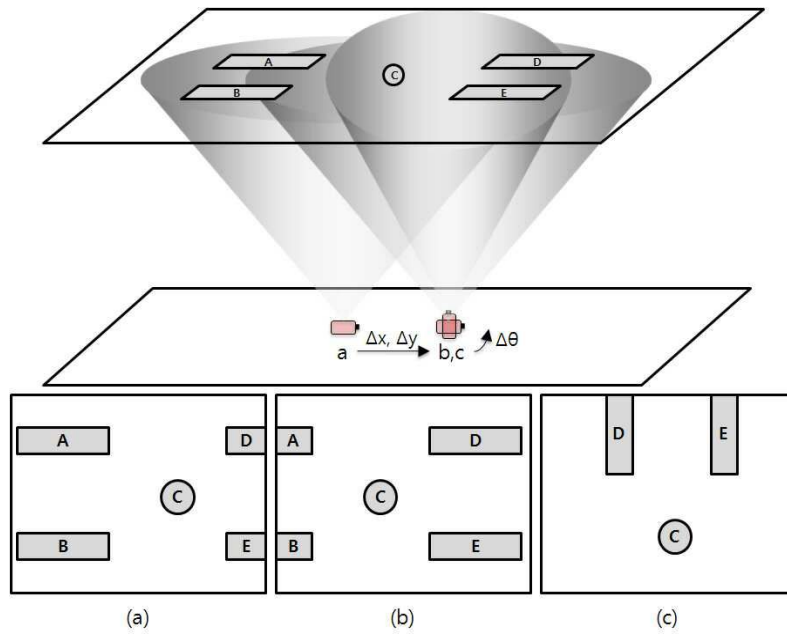
<39> 도 4는 본 발명에 따른 이동 로봇 움직임의 유한 상태(Finite State Machine)를 나타내는 도,

<40> 도 5는 본 발명에 따른 이동 로봇의 카메라를 통해 획득한 특징점을 그룹으로 묶은 그룹 포인트의 변화가 도시된 도, 그리고

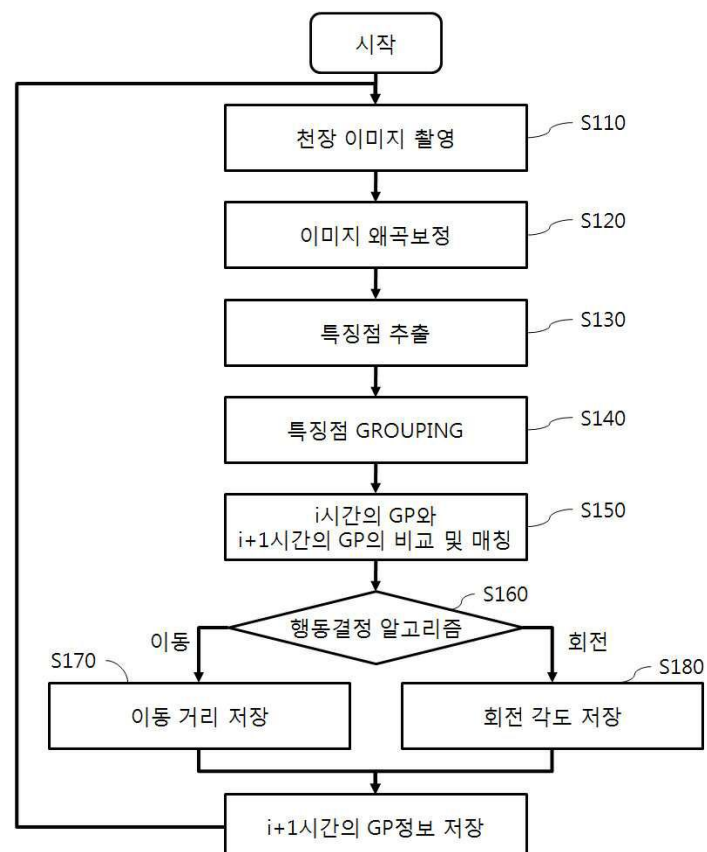
<41> 도 6은 본 발명에 따른 이동 로봇의 그룹 포인트 매칭 결과에 따른 움직임 결정 단계를 도식화한 도이다.

도면

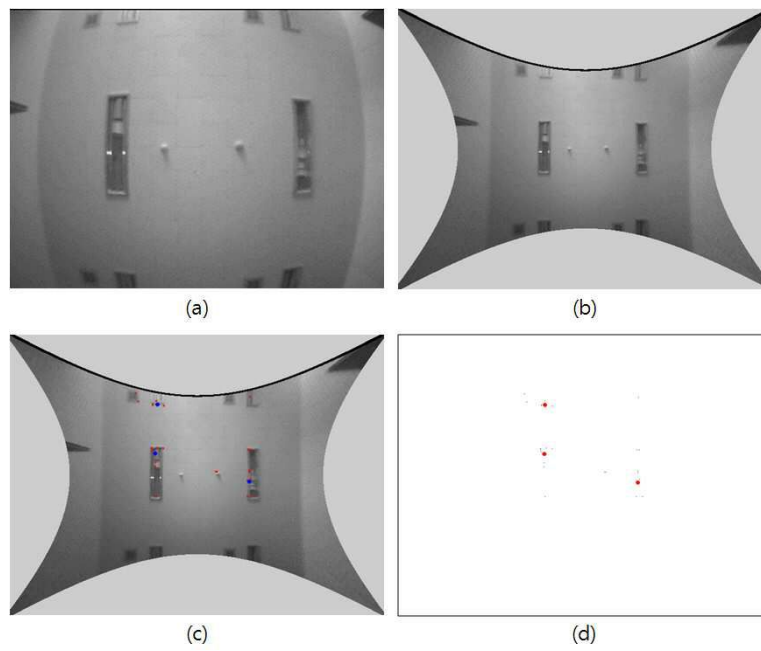
도면1



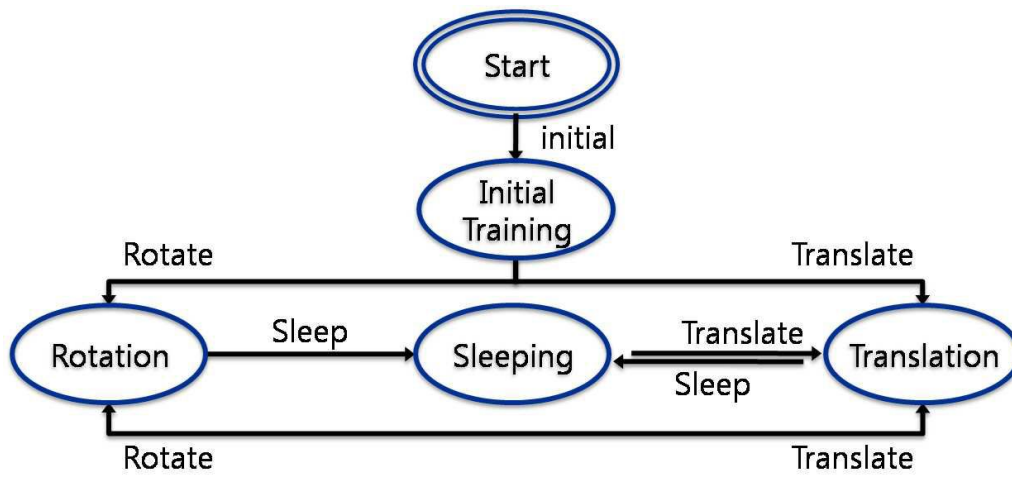
도면2



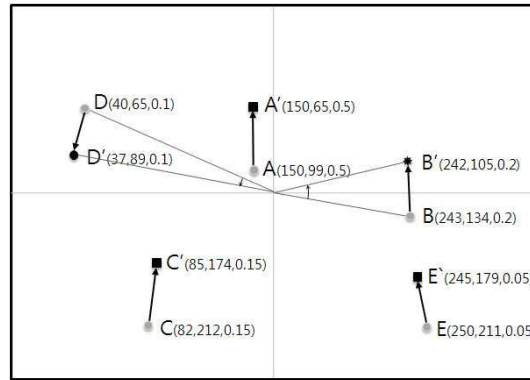
도면3



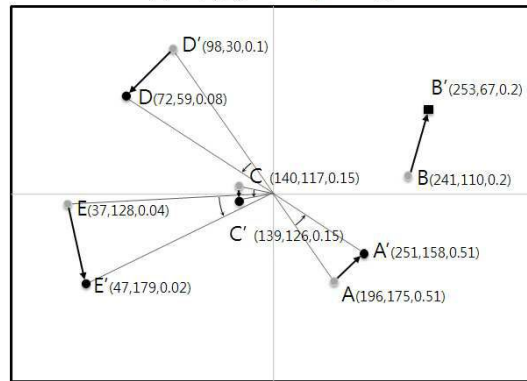
도면4



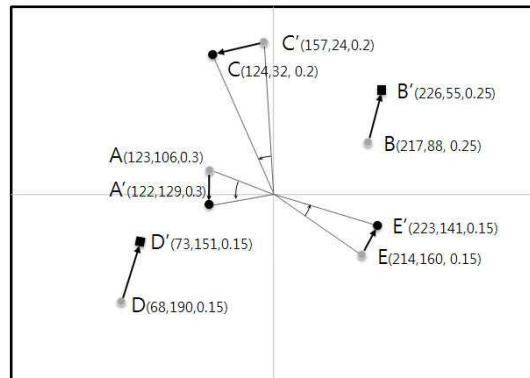
도면5



(a) Y축 방향으로 33pixel 이동



(b) 23도 회전



(c) 정지상태

● :이전이미지 GP
● :이동 GP
■ :회전 GP
* :이동, 회전 GP

도면6

