

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. <sup>7</sup> G01S 13/34	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2005년09월05일 10-0512552 2005년08월29일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2003-0031042	(65) 공개번호	10-2004-0098789
(22) 출원일자	2003년05월15일	(43) 공개일자	2004년11월26일

(73) 특허권자                    휴먼애플처정보통신(주)  
   서울특별시 금천구 가산동 448 대륭테크노타운 3차 803호

(72) 발명자                        윤대원  
   서울특별시 강동구 길2동 131-1

   유경상  
   경기도화성시태안읍반월리신영통현대아파트304/1702호

(74) 대리인                        정연용

심사관 : 이귀남

(54) 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의기동추적 장치 및 방법

요약

본 발명은 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 장치 및 방법에 관한 것으로 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 방법은 레이더 신호에 대한 데이터를 입력받아 기동검출 알고리즘에 의한 기동 시험 변수를 통해 기동여부를 검출하는 기동검출 단계와 기동검출후에 감지된 레이더 신호를 입력 받아 기동및 추적 보상 알고리즘을 이용하여 필터링하여 추적대상 시스템의 기동을 추적하고 필터값을 보상하는 기동 추적 단계와 레이더 추적을 수행하는 단계와 추가 기동이 발생한 경우 다른 기동 조건하의 잔류치에 의해 정해지는 기동시험 변수에 의해 추가 기동 여부를 판단하여 추가기동이 발생한 경우 상기 기동 추적 단계를 반복하고 추가 기동이 발생하지 않은 경우에는 추적을 종료하는 추가 기동 발생 판단 단계를 포함하여 구성되어 통신시장 및 국방 유도무기시장 에서 견실한 특성을 갖는 고유필터의 국내고유 기술을 개발할 수 있는 효과가 있다.

대표도

도 1

색인어

유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터, 알고리즘, 위성 통신 및 레이더 분야

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 방법을 보여 주는 플로우 차트

도2a는 레이더의 기동추적 방법에 사용되는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터의 필터링 방법에 대한 블록다이어그램

도2b는 레이더의 기동추적 방법에 사용되는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터의 필터링에 대한 시간축에서 구체적인 동작도

도3은 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 장치의 구성도 이다.

도4a은 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 방법에 의한 속도, 가속도 레이더 추적시스템의 성능을 보여주는결과도

도4b는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더 추적 시스템 잔류치 및 기동시험변수를 보여주는 결과도

도5a 내지 5d는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더 추적 시스템 하드웨어의 성능을 보여주는 결과도이다.

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 새로운 알고리즘을 이용한 유한 임펄스 응답 필터를 이용한 레이더 추적 장치 및 방법에 관한 것이다.

무선통신 방식의 급속한 발전과 전송데이터양의 급증으로 인하여 임펄스 통신 방식이 도입되었고 이의 근간을 이루는 기술로 경제적인 통신을 하기 위해서 등장한 것이 주파수 분할방식에 의한 다중통신이다. 그러나 이 다중통신은 주어진 주파수 대역 내에 가능한 한 많은 채널을 넣어 통신을 하는 방식이므로 경제성을 높이려면 아주 예민한 차단특성을 가진 대역 필터가 필요하므로 이를 개선하기 위하여 등장한 방식이 기존의 임펄스 변조 통신 방식이다.

이러한 임펄스 변조는 에너지가 이론적으로 무한대( $\infty$ )이기 때문에 주파수 영역에서는 넓은 에너지 대역에 분포하기 때문에 잡음에 상당히 예민한 특성을 보이고 있다. 따라서 이러한 임펄스 변조의 문제점을 극복하기 위하여 유무선 통신 분야에서 많은 이론적인 방법들이 제시되고 있으나 근본적인 임펄스의 에너지 대역을 조정하려 하기 때문에 원하는 성능 특성을 얻지 못하고 있는 문제가 있다.

또한 이러한 분야의 기술은 미국 및 유럽 등의 군수업체들이 칼만 필터를 기본 알고리즘으로 적용한 필터링 알고리즘을 이용하여 수 십년 동안 막대한 이득을 추구하고 있어서 국산고유 기반 기술을 개발이 절실한 실정이다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 창안된 본발명에서는 유한구간 슬라이딩 윈도우 필터 알고리즘을 개발하여 펄스 폭 변조의 장점을 임펄스 변조에 가미한 현재 임펄스 통신이 갖는 광 대역폭에 의하여 전자기기의 통신 간섭과 전력선 등의 잡음에 약한 특성을 개선하는 것을 목적으로 한다.

또한 본발명의 다른 목적은 디지털 하드웨어 필터 시스템이 적용되는 유도 무기 및 데이터 전송 분야에서는 신호 전송 시 발생하는 잡음에 대한 트래킹 및 전송 성능 저하를 국산 고유의 기술로 개선하여 기존의 칼만 필터를 기본 알고리즘으로 적용한 필터링 알고리즘을 이용하여 수 십년 동안 막대한 이득을 추구하고 있는 미국 및 유럽 등의 군수업체들에 대응할 수 있는 필터 시스템을 제작하는 것에 있다.

### 발명의 구성 및 작용

임펄스 통신의 문제점을 극복하기 위하여 창안된 본 발명에서는 펄스 폭 변조에 가미한 유한구간 슬라이딩 윈도우의 임펄스 필터(Finite horizon sliding impulse filter)를 새로 개발하여 제안함으로써 기존의 임펄스 통신의 고유특성인 광 대역폭에 의하여 많은 양의 데이터 전송은 가능하지만 넓은 대역폭으로 인하여 발생하는 통신 간섭과 잡음에 약한 특성을 개선하고자 하는 필터 알고리즘을 구성하여 이를 레이더 추적 장치 및 방법에 적용 시켰다.

이러한 알고리즘 필터를 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터(Finite horizon sliding impulse filter)라 한다. 신호처리 분야에서 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터(Finite horizon sliding impulse filter)는 IIR(infinite impulse response) 필터에 비해 계산상 비능률적이지만 실제적으로는 더 많이 쓰이고 있다.

그 까닭은, 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터가 유한입출력 안정도를 지니고 있고, 계수변화나 반올림오차에 대해 견실성을 지니며, 초기치 정보를 필요로 하지 않는다는 장점들을 지니고 있기 때문이다.

이하, 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.

도1은 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 방법을 보여 주는 플로우 차트이다.

도1에서 도시한 바와 같이, 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 방법은 레이더 신호에 대한 데이터를 입력(s202)받아 기동검출 알고리즘에 의한 기동 시험 변수를 통해 기동여부를 검출하는 기동검출 단계(s204)와 기동검출후에 감지된 레이더 신호를 입력 받아 기동 및 추적 보상 알고리즘을 이용하여 필터링하여 추적대상 시스템의 기동을 추적하고 필터값을 보상하는 기동 추적 단계(s206)와 레이더 추적을 수행하는 단계(s208)와 추가 기동이 발생한 경우 다른 기동 조건하의 잔류치에 의해 정해지는 기동시험 변수에 의해 추가 기동 여부를 판단하여 추가기동이 발생한 경우 상기 기동 추적 단계를 반복하고 추가 기동이 발생하지 않은 경우에는 추적을 종료하는 추가 기동 발생 판단 단계(s210)를 포함하여 구성된다.

상기 기동검출 단계(s204)에 있어서, 사용되는 기동시험 변수는 다음과 같이 구해진다.

추적대상이 시간  $[i-M-1]$  에 기동하기 시작하면 유한구간 슬라이딩 임펄스 필터를 이용하여 대상시스템을 추적하기 시작하고 이때 발생하는 잔류치 값을 다음과 같이 정의할 수 있고,

$$\begin{aligned} r_m(i) &= z(i) - L(i) \hat{x}_m(i | N) \\ &= r(i) - L(i) \sum_{k=i-M}^i H_u(i-k, N) u_1 \\ &= r(i) - \varphi_M u_1 \end{aligned}$$

기동 검출에 의해 보상된 필터 값의 잔류치는

$$r_c(j) \equiv z(j) - \hat{z}(j) = z(j) - L(j) \hat{x}_c(j | N), \quad j \geq i+1 \text{ 와 같이 정의 할 수 있다.}$$

여기서  $\varphi_M = L(i) \sum_{k=0}^M H_u(k, N)$  과 M 은 기동검출을 위한 데이터 윈도우 크기를 나타낸다.

또한, 기동이 없는 조건에서 추정되는 기동입력  $u_1$  은 영평균과 아래의 상호분산을 갖는데

$$E[\hat{u}_1 \hat{u}_1^T] = [\Psi^T \Psi]^{-1} \Pi_r [\Psi^T \Psi]^{-1} \text{ 로 정의 되는데}$$

여기서  $\Pi_r \equiv \varphi_M^T \Gamma_r \varphi_M + \dots + \varphi_0^T \Gamma_r \varphi_0$  이고,

$\Gamma_r \equiv E[r(k)r(k)^T] = L(i)S^{-1}(N)L(i)^T + R$  로 정의 되므로 상기 식에서 구한 R 과 R,  $\Psi$ ,  $\Pi$  를 이용하여 상기 기동시험 변수를 구하면

$$T_1(i) = R_r^T \Psi \Pi_r^{-1} \Psi^T R_r \text{ 와 같이 정의 되고,}$$

상기 기동시험 변수 값은 레이더 추적시스템을 작동시키는 자가 원하는 대로 정하는 기동 관별값과 비교되어, 상기 기동 시험 변수 값이 상기 기동 관별값보다 크게되면 기동이 시간(i-M-1)에 발생한 것으로 보게 되는 것이다.

상기 추가 기동 발생 판단 단계(s210)에서 추가 기동 발생을 판단하는 과정은 다음과 같다.

다른 기동이 시간 (j-M-1) 에 발생하면, 다른 기동 조건하의 잔류치는

$r_c(k) = \varphi_{M-k+j} u_c + r_m(k)$ ,  $j-M \leq k \leq j$  와 같이 정의되고, 기동시험 변수  $T_c(j) \equiv \hat{u}_c^T \{E[\hat{u}_c \hat{u}_c^T]\}^{-1} \hat{u}_c = R_c^T \Psi \Pi_c^{-1} \Psi^T R_c$  로 정의되어, 상기 기동시험 변수가 원하는 기동관별 기준값 보다 커지면 또 다른 기동이 시간(j-M-1) 에서 발생한 것을 추적함을 알 수 있고 상기 기동입력을  $\hat{u}(k) = \begin{cases} \hat{u}_1(k), & k < j-M-1 \\ \hat{u}_2, & k \geq j-M-1 \end{cases}$  여기서  $\hat{u}_2 = [\Psi^T \Psi]^{-1} \Psi^T R_c(j)$  와 같이 갱신하여 연속해서 발생하는 기동표적의 기동을 연속적으로 검출하여 오차 없이 연속적으로 기동입력 보상을 통하여 기동표적의 추적을 수행할 수 있게 되는 것이다.

상기 기동추적 및 보상단계 (s206)에서 사용되는 기동추적 알고리즘은 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터링 방법이 사용된다. 이하 유한 구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터링 방법을 도2a 와 도2b를 통해 상세히 설명하겠다.

도2a는 레이더의 기동추적 방법에 사용되는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터의 필터링 방법에 대한 블록다이어그램이다.

도2a에서 도시한 바와 같이, 필터에 의해 i+1 이라는 시간에 필터링된 데이터  $\hat{z}(i+1 | i; N)$ 를 얻기 위해서는 1시간으로부터 윈도우의 크기 N 시간 전까지 관측된 입력을 일정한 슬라이딩 윈도우 크기에 따라 그룹을 이루어 각 시간때의 임펄스 응답을 곱해서 모두 더한 후(s102), 상기 구한 값에 i+1 시간의 L(도 2에서 상세히 설명한다.) 값을 곱해서 필터링된 데이터 값을 얻는다. 즉 i시간 으로부터 슬라이딩 윈도우 크기 N 시간 만큼 전까지의 입력을 통해 임펄스 응답과 L 값을 이용하여 필터링된 데이터를 얻는 것이다.

상기 필터링된 데이터를 얻는 과정은 이산 신호를 delay(이산 신호를 시프트해 나가며 계산하는 것)과정(s106)을 통해 계산되며, 이는 측정대상 시스템의 dynamics(기동값)과 비교하여 추정값과 측정값이 오차가 0에 접근 할때 까지 상기 필터링 알고리즘이 반복(s107)된다.

도2b은 레이더의 기동추적 방법에 사용되는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터의 필터링에 대한 시간축에서 구체적인 동작도이다.

도2b에서 도시한 바와 같이, 즉 시간축에서 i+1 시간에 필터링 데이터  $\hat{z}$ 를 구하기 위해서는 측정시간 i 시간에서 윈도우 크기 N 만큼 전의 시간에서 역으로 데이터를 일정 그룹으로 묶어 하기의 식을 통해 i+1시간의

$$\hat{x}(i+1 | i; N) = \sum_{k=i-N}^i H(i-k; N) y(k)$$

$$\hat{z}(i+1 | i; N) = L(i+1) \hat{x}(i+1 | i; N)$$

필터링된 데이터의 추정치  $\hat{z}(i+1 | i; N)$  를 얻게 되는 것이다.

(단,  $\hat{z}$  식 괄호안의 의미는 i시간 값까지의 측정값을 통해 i+1 시간까지의 추정값을 얻는다는 것이고, N은 필터링 과정에서 이용한 슬라이딩 윈도우 크기를 의미한다.)

상기 식에서 임펄스 응답 H(i-k;N) 과 L(i+1)을 정의해 보면 우선, 잡음이 존재하는 통신 환경에서 임펄스 응답은

$$H(i, j; N) = S^{-1}(i, N+1) L(i, j; N), \quad i-N \leq j \leq i \text{ 로 이루어진다.}$$

여기서

$$L(i, j; N)$$

는 리카티 방정식을 이용하여

$$\text{초기치 } S(i, -1) = \beta^{-2}I - \gamma_i^{-2}L^T L, \quad -1 \leq n \leq N$$

과 최적의 해

$$S(i, n+1) = S(i, n) - S(i, n) \hat{B} [I + \hat{B}^T S(i, n) \hat{B}]^{-1} \hat{B}^T S(i, n) - \gamma_i^{-2} L^T L$$

를 구해서 이용된다. 또한 L 값도 상기 리카티 방정식에 의해 구한 최적의 해를 통해 구할 수 있게 된다.

$$\begin{aligned} L(i, j; N-i+j) &= S(i, N-i+j+1) \hat{A} S^{-1}(i, N-i+j) \hat{C}^T \\ &\quad \times [\hat{C} S^{-1}(i, N-i+j) \hat{C}^T + \hat{D} \hat{D}^T]^{-1} \\ L(i, j; n) &= S(i, n+1) S^{-1}(i, n) \hat{A}^{-T} L(i, j; n-1), \quad 0 \leq N-i+j+1 \leq n \leq N \end{aligned}$$

(단, 여기서  $\hat{A}, \hat{B}, \hat{C}, \hat{D}$  값은 관측대상 시스템에 따라 결정되는 값이다.)

상기에서 구한 유한구간 슬라이딩 윈도우 필터의 알고리즘을 이용하여 통신 중에 노이즈가 발생한 경우에 유한구간 슬라이딩 윈도우가 동작하여 적당한 임펄스 응답치를 산정 하여 최적의 데이터를 손실 없이 전송해주는 필터를 구성하면 다음과 같다.

우선 리카티 방정식에 의한 최적의 해는

$$S(i, n) = \hat{A}^{-T} [S(i, n) + \hat{C}^T (\hat{D} \hat{D}^T)^{-1} \hat{C}] \hat{A}^{-1} \text{ 와 같이 정의 되고,}$$

이에 따라

$$\begin{aligned} \hat{x}_c(i | N) &= \sum_{k=i-N}^i [H(i-k, N) y(k) + H_u(i-k, N) \hat{u}_1(k-1)] \\ &= \hat{x}(i | N) + \sum_{k=i-N}^i H_u(i-k; N) \hat{u}_1(k-1) \end{aligned}$$

와 같이 정의된다.

상기 정의된  $\hat{x}_c(i | N)$ 은 도1에서 레이더의 기동추적에서 기동발생 알고리즘이나 기동 및 추적 보상 알고리즘에서 사용된다.

도3은 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 장치의 구성도 이다.

도3에 도시한 바와 같이, 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 장치는 레이더 신호에 대한 데이터를 입력받는 입력부(100)와 기동여부를 검출, 레이더 추적, 추가 기동 발생 판단할 수 있게 하는 기동추적부(200)와 상기 기동추적부에서 처리된 신호를 출력하는 출력부(300)를 포함하여 구성된다.

상기 입력부(100)는 레이더 신호에 대한 데이터가 아날로그신호(102)인 경우 컨버터(104)에 의해 디지털 신호로 변환되어 입력받고 디지털 신호(106)인 경우 그대로 입력포트(108)로 받아들인다.

상기 기동추적부(200)는 기동 시험 변수를 통해 기동여부를 검출하는 알고리즘과 상기 기동검출후에 추적대상 시스템의 기동을 추적하고 필터값을 보상하여 레이더 추적을 수행할 수 있게 하는 알고리즘과 추가 기동이 발생한 경우 다른 기동

조건하의 잔류치에 의해 정해지는 기동시험 변수에 의해 추가 기동 여부를 판단하여 추가기동이 발생한 경우 상기 기동 추적 단계를 반복하고 추가 기동이 발생하지 않은 경우에는 추적을 종료하는 추가 기동발생 판단할 수 있게 하는 알고리즘을 메모리(202)에 저장하여 DSP 칩(204)과 PLD 칩(206)의 연산작용으로 동작시키게 된다.

상기 출력부(300)는 상기 기동추적부(200)에서 처리된 신호를 디지털 신호를 그대로 출력하는 출력단자(308)와 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환(302)시켜 출력시키는 단자(304)와 직렬데이터 송신을 위한 UART 출력단자(312)와 JTAG 인터페이스를 위한 출력단자(312)를 포함하여 구성된다.

도4a 내지 4b 는 레이더 기동표적 추적 시스템에 적용한 유한구간슬라이딩 윈도우 필터 알고리즘을 MATLAB6.2 Simulink로 구현하여 모의실험을 수행한 결과를 보여주는데, 200 m/sec 동안 기동하는 비행체의 속도와 가속도를 레이더 데이터를 이용하여 추적한 결과로  $t = 70$  m/sec 와  $t = 140$  m/sec 에 각각 두 번의 표적이 이동한 상태에서 이때의 기동을 0.01msec 이내에 감지하여 앞의 이론적 에서 제시한 기동표적 추적 유한구간 슬라이딩 윈도우 필터의 알고리즘이 동작하여 성공적으로 기동표적의 기동을 감지하고 보상을 통하여 표적을 성공적으로 추적한 결과를 컴퓨터 모의실험을 통하여 확인할 수 있다.

상기 도4a은 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 방법에 의한 속도, 가속도 레이더 추적 시스템의 성능을 보여주는 결과도인데 기동표적의 속도, 가속도와 추정시스템간의 속도, 가속도간의 오차를 나타낸 그림으로  $t = 70$  m/sec 와  $t = 140$  m/sec 에 발생한 기동에 대하여 성공적으로 추적하고 있음을 나타낸다.

또한 상기 도4b는 기동표적의 기동발생과 이의 속도와 가속도간의 기동 잔류치와 기동시험변수 결과를 나타내는데  $t = 70$  m/sec 와  $t = 140$  m/sec 에 발생한 기동표적의 추적결과를 우수하게 보여주고 있다.

도5a내지 5d는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더 추적 시스템 하드웨어의 성능을 보여주는 결과도이다.

시험방법은 컴퓨터 내부에서 앞에서 제안한 3차원 시스템 모델을 미리 동작시켜 제안한 조건에서 기동이 발생한 결과를 미리 데이터를 발생시킨다. 이 데이터를 이용하여 디지털 필터의 내부 ROM에 저장되어 있는 유한구간 슬라이딩 윈도우 필터 알고리즘을 통하여 기동표적의 기동을 검출한 후에 이를 보상한 기동표적 추적결과를 디지털 저장 오실로스코프(Tektronics 500Mhz Digital)를 이용하여 관측하였다. 이 결과를 살펴보면 모의실험에서 제안한 상황과 같이 전체  $t=200$  sec 동안 기동하는 비행체 에서 속도와 가속도를 레이더 데이터를 이용하여 추적한 결과로  $t = 70$  sec 와  $t = 140$  sec 에 각각 두 번의 표적이 이동한 상태에서 이때의 기동을 0.01msec 이내에 감지하여 앞의 컴퓨터 모의실험에서 확인한 기동 표적 추적 유한구간 슬라이딩 윈도우 필터의 알고리즘이 동작하여 성공적으로 기동표적의 기동을 감지하고 보상을 통하여 표적을 성공적으로 추적한 결과를 컴퓨터 모의실험을 통하여 확인할 수 있다.

이때 상기 5a 내지 5d는 기동표적의 속도, 가속도와 추정시스템간의 속도, 가속도간의 오차를 나타낸 그림으로  $t = 70$  sec 와  $t = 140$  sec 에 발생한 기동에 대하여 성공적으로 추적하고 있으며, 모의실험 결과와 유사하게 기동표적의 추적결과를 우수하게 보여주고 있다.

### 발명의 효과

본 발명에 따른 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동 추적 방법은 현재 주류를 이루고 있는 무선 디지털 통신의 문제인 전송 데이터 양을 잡음과 간섭에 대비하여 견실한 성능을 향상시킬 수 있어서 대용량 데이터 전송의 전송 오류율을 줄일 수 있는 임펄스 통신 기반기술 개발을 적용하여 큰 성과를 이룰 수 있을 뿐만 아니라 다양하고 대용량의 데이터를 견실하게 전송하는 기반기술이 확보하여 칼만 필터 기반 기술이 주류를 이루는 통신시장 및 국방 유도무기시장에서 견실한 특성을 갖는 고유필터의 국내고유 개발이 가능하다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

(a)레이더 신호에 대한 데이터를 입력받아 기동검출 알고리즘에 의한 기동 시험 변수는  $T_1(j) = R_r^T \Psi \Pi_r^{-1} R_r$  와 같이 정의되어 상기 기동시험 변수 값이 원하는 기동 판별값보다 크게되면 기동이 시간(i-M-1)에 발생한 것으로 보는 것을 통해 기동여부를 검출하는 기동검출 단계와;

(b)상기 기동검출후에 감지된 레이더 신호를 입력 받아 기동 및 추적 보상 알고리즘을 이용하여 필터링하여 추적대상 시스템의 기동을 추적하고 필터값을 보상하고, 상기 보상된 필터값의 잔류치는  $r_c(j) \equiv z(j) - \hat{z}(j) = z(j) - L(j) \hat{x}_c(j | N), j \geq i+1$  와 같이 정의되는 기동 추적 단계와;

(c)레이더 추적을 수행하는 단계와;

(d)상기 (b)단계에서 추가 기동이 발생한 경우 다른 기동 조건하의 잔류치에 의해 정해지는 기동시험 변수에 의해 추가 기동 여부를 판단하여 추가기동이 발생한 경우 상기 기동 추적 단계를 반복하고 추가 기동이 발생하지 않은 경우에는 추적을 종료하고, 다른 시간(j-M-1)에 기동이 발생하면, 다른 기동 조건하의 잔류치는

$$r_c(k) = \phi_{M-k+j} u_c + r_m(k), j-M \leq k \leq j$$

와 같이 정의되고,

기동시험 변수  $T_c(j) \equiv \hat{u}_c^T \{E[\hat{u}_c \hat{u}_c^T]\}^{-1} \hat{u}_c = R_c^T \Psi \Pi_c^{-1} \Psi^T R_c$  로 정의되어, 상기 기동시험 변수가 원하는 기동 판별 기준값 보다 커지면 또 다른 기동이 시간 (j-M-1)~에서 발생한 것을 추적함을 알 수 있고 상기 기동입력을

$$\hat{u}(k) = \begin{cases} \hat{u}_1(k), & k < j-M-1 \\ \hat{u}_2, & k \geq j-M-1 \end{cases}$$

(단, 여기서  $\hat{u}_2 = [\Psi^T \Psi]^{-1} \Psi^T R_r(j)$  )

와 같이 갱신하여 연속해서 발생하는 기동표적의 기동을 연속적으로 검출하여 오차 없이 연속적으로 기동입력 보상을 통하여 기동표적의 추적을 수행할 수 있는 추가 기동 발생 판단 단계;

를 포함하여 이루어지는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 방법.

(단, 기동 시험 변수는 다음과 같이 정의된다.

추적대상이 시간[i-M-1]~에 기동하기 시작하면 유한구간 슬라이딩 임펄스 필터를 이용하여 대상시스템을 추적하기 시작하고 이 때 발생하는 잔류치 값을 다음과 같이 정의할 수 있는데

$$\begin{aligned} r_m(i) &= z(i) - L(i) \hat{x}_m(i | N) \\ &= r(i) - L(i) \sum_{k=i-M}^i H_u(i-k; N) u_1 \\ &= r(i) - \Phi_M u_1 \end{aligned}$$

여기서  $\Phi_M = L(i) \sum_{k=0}^M H_u(k; N)$  과 M~은 기동검출을 위한 데이터 윈도우 크기를 나타낸다.

또한 기동이 없는 조건에서 추정되는 기동입력  $u_1$ ~은 영평균과 아래의 상호분산을 갖는데

$$E[\hat{u}_1 \hat{u}_1^T] = [\Psi^T \Psi]^{-1} \Pi_r [\Psi^T \Psi]^{-1}$$

로 정의되는데

여기서  $\Pi_r \equiv \varphi_M^T \Gamma_r \varphi_M + \dots + \varphi_0^T \Gamma_r \varphi_0$  이고,

$\Gamma_r = E[r(k)r(k)^T] = L(i)S^{-1}(N)L(i)^T + R$ 로 정의 되므로 상기 식에서 구한  $R$ 과  $R, \{\Psi, \{P_i\}$  를 이용하여 상기 기동시험 변수를 구할 수 있다.

단, 상기 식에서  $z(j)$ 는 레이더에 의한 측정치를 나타내고,  $\hat{z}(j)$ 는 추정치를 나타낸다.)

**청구항 2.**

삭제

**청구항 3.**

삭제

**청구항 4.**

삭제

**청구항 5.**

레이더 신호에 대한 데이터를 입력받고, 상기 레이더 신호에 대한 데이터가 아날로그신호인 경우 컨버터에 의해 디지털 신호로 바뀌어 입력받는 아날로그신호 입력부와 상기 레이더 신호에 대한 데이터가 디지털 신호인 경우 그대로 입력포트로 받아들이는 디지털신호 입력부를 포함하는 입력부와;

기동 시험 변수를 통해 기동여부를 검출하는 알고리즘과,

상기 기동검출후에 추적대상 시스템의 기동을 추적하고 필터값을 보상하여 레이더 추적을 수행할 수 있게 하는 알고리즘과,

추적시 추가 기동이 발생한 경우, 다른 기동 조건하의 잔류치에 의해 정해지는 기동시험 변수에 의해 추가 기동 여부를 판단하여 추가기동이 발생한 경우 상기 기동 추적 단계를 반복하고 추가 기동이 발생하지 않은 경우에는 추적을 종료하는 추가 기동 발생 판단할 수 있게 하는 알고리즘을 메모리에 저장하여 DSP 칩과 PLD 칩의 연산으로 동작시키고, 상기 메모

리에 저장된 알고리즘에서 기동시험 변수는  $T_1(i) = R_r^T \Psi R_r^{-1} R_r$  와 같이 정의 되어 상기 기동시험 변수 값이 원하는 기동 판별값보다 크게되면 기동이 시간(i-M-1)에 발생한 것으로 보고, 다른 시간(j-M-1)에 기동이 발생하면, 다른 기동

조건하의 잔류치는  $r_c(k) = \phi_{M-k+j} u_c + r_m(k), j-M \leq k \leq j$  와 같이 정의되고,

기동시험 변수  $T_c(j) \equiv \hat{u}_c^T \{E[\hat{u}_c \hat{u}_c^T]\}^{-1} \hat{u}_c = R_c^T \Psi \Pi_c^{-1} \Psi^T R_c$  로 정의되어, 상기 기동시험 변수가 원하는 기동판별 기준값 보다 커지면 또 다른 기동이 시간 (j-M-1)~에서 발생한 것을 추적함을 알 수 있고 상기 기동입력을

$$\hat{u}(k) = \begin{cases} \hat{u}_1(k), & k < j-M-1 \\ \hat{u}_2, & k \geq j-M-1 \end{cases}$$

(단, 여기서  $\hat{u}_2 = [\Psi^T \Psi]^{-1} \Psi^T R_r(j)$  )

와 같이 갱신하여 연속해서 발생하는 기동표적의 기동을 연속적으로 검출하여 오차 없이 연속적으로 기동입력 보상을 통하여 기동표적의 추적을 수행할 수 있는 것을 특징으로 하여 이루어지는 기동추적부와;

상기 기동추적부에서 처리된 신호를 출력하며, 상기 기동추적부에서 처리된 신호를 디지털 신호를 그대로 출력하는 출력 단자와 상기 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환시켜 출력시키는 단자와 직렬데이터 송신을 위한 UART 출력단자와 JTAG 인터페이스를 위한 출력단자를 포함하여 이루어지는 출력부;

를 포함하여 이루어지는 유한구간 슬라이딩 윈도우 임펄스 필터를 이용한 레이더의 기동추적 장치.

( 단, 기동 시험 변수는 다음과 같이 정의된다.

추적대상이 시간[i-M-1]~에 기동하기 시작하면 유한구간 슬라이딩 임펄스 필터를 이용하여 대상시스템을 추적하기 시작하고 이때 발생하는 잔류치 값을 다음과 같이 정의할 수 있는데

$$\begin{aligned} r_m(i) &= z(i) - L(i) \hat{x}_m(i | N) \\ &= r(i) - L(i) \sum_{k=i-M}^i H_u(i-k; N) u_1 \\ &= r(i) - \varphi_M u_1 \end{aligned}$$

여기서  $\varphi_M = L(i) \sum_{k=0}^M H_u(k; N)$  과 M~은 기동검출을 위한 데이터 윈도우 크기를 나타낸다.

또한 기동이 없는 조건에서 추정되는 기동입력  $u_1$ ~은 영평균과 아래의 상호분산을 갖는데

$$E[\hat{u}_1 \hat{u}_1^T] = [\Psi^T \Psi]^{-1} \Pi_r [\Psi^T \Psi]^{-1}$$

로 정의되는데

$$\text{여기서 } \Pi_r \equiv \varphi_M^T \Gamma_r \varphi_M + \dots + \varphi_0^T \Gamma_r \varphi_0 \text{ 이고,}$$

$\Gamma_r A E[r(k)r(k)^T] = L(i) S^{-1}(N) L(i)^T + R$  로 정의되므로 상기 식에서 구한 R 과  $R, \Psi, \Pi$  를 이용하여 상기 기동시험 변수를 구할 수 있다.

단, 상기 식에서 z(j)는 레이더에 의한 측정치를 나타내고,  $\hat{z}(j)$  는 추정치를 나타낸다.)

**청구항 6.**

삭제

**청구항 7.**

삭제

**청구항 8.**

삭제

**청구항 9.**

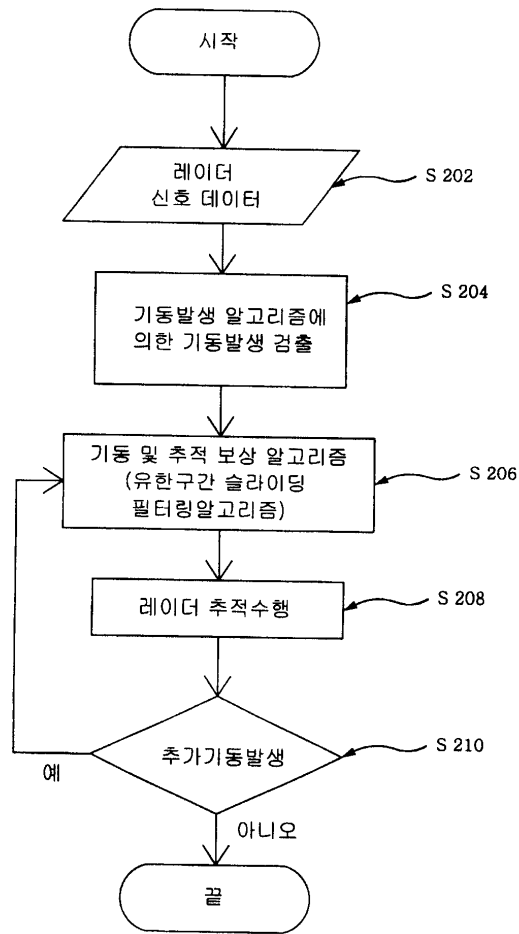
삭제

**청구항 10.**

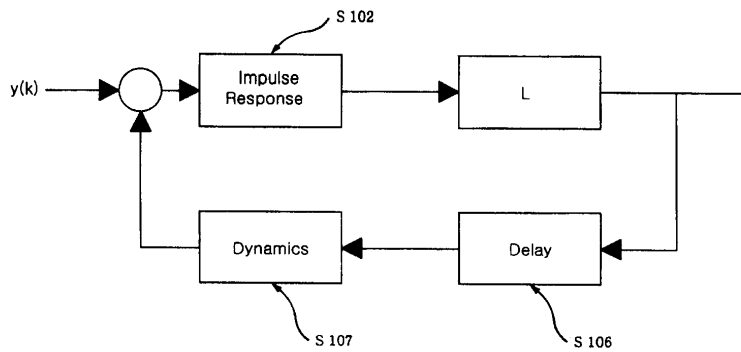
삭제

도면

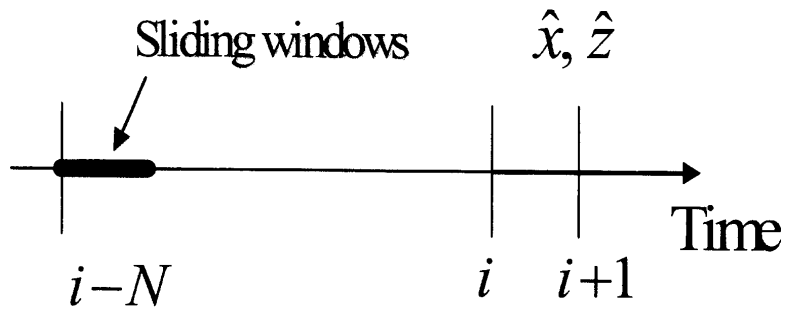
도면1



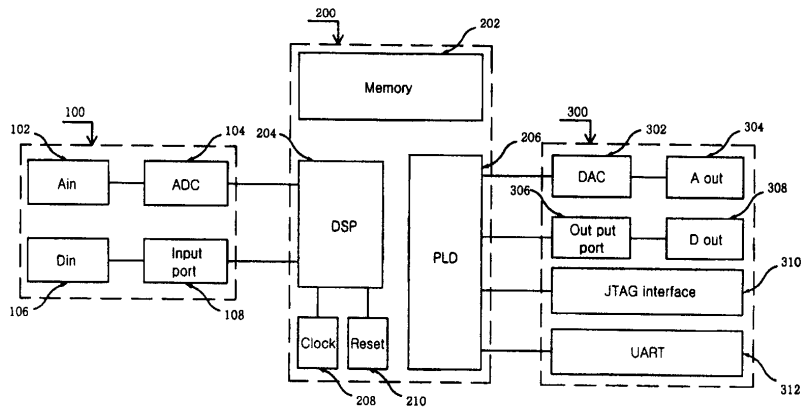
도면2a



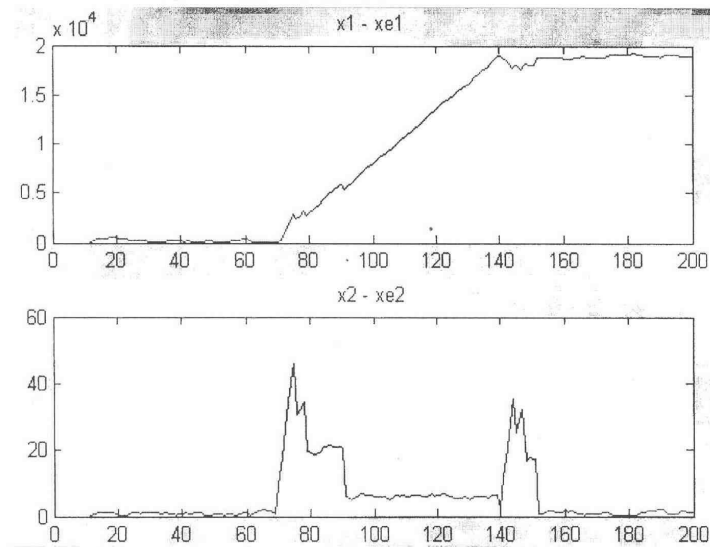
도면2b



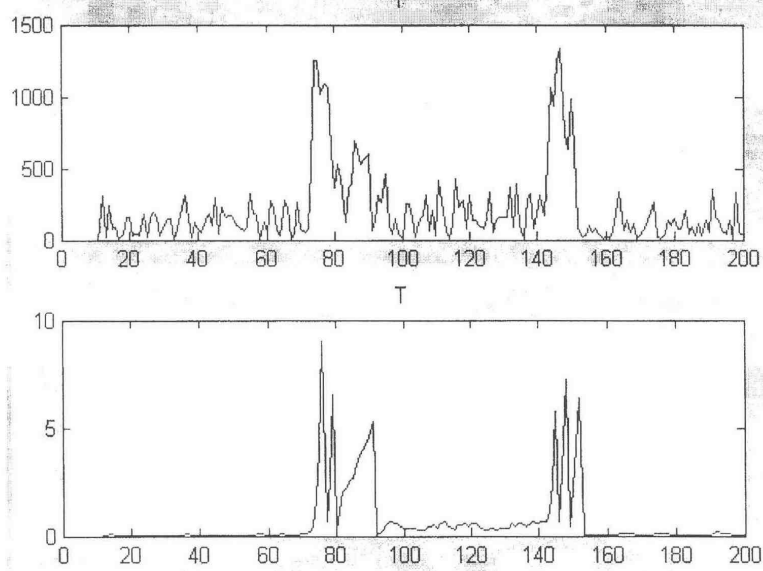
도면3



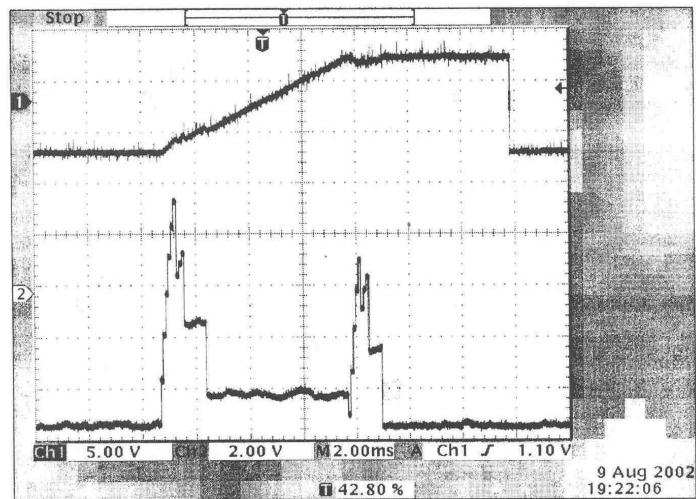
도면4a



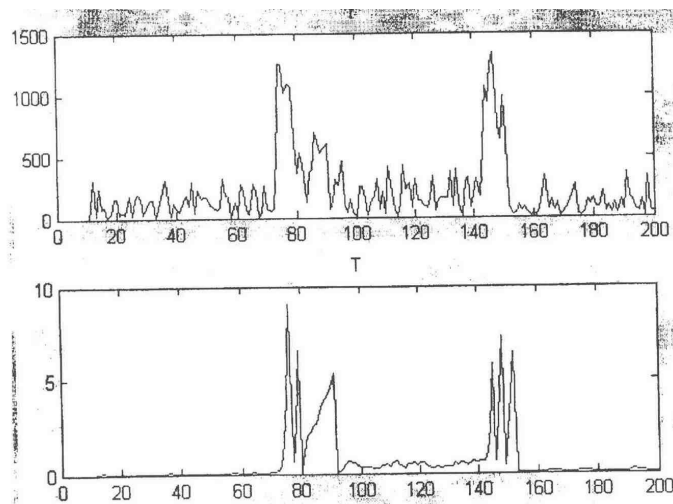
도면4b



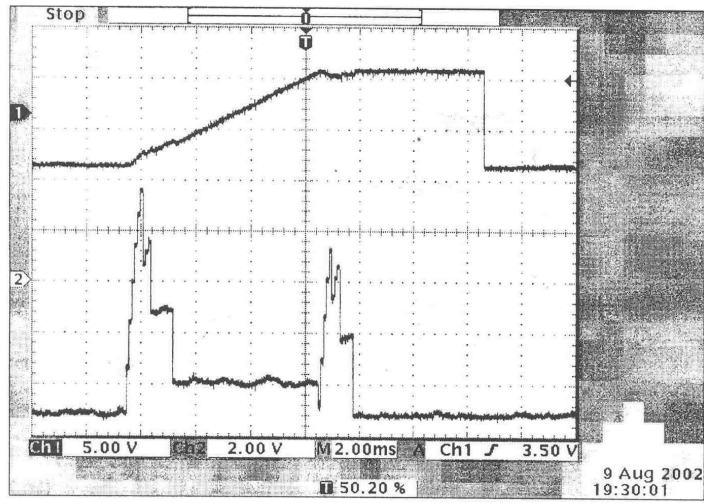
도면5a



도면5b



도면5c



도면5d

