(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。Int. Cl.[7]
H04B 7/26

(11) 공개번호 10-2005-0113468
(43) 공개일자 2005년12월02일

(21) 출원번호 10-2004-0038662
(22) 출원일자 2004년05월29일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
학교법인연세대학교
서울 서대문구 신촌동 134번지

(72) 발명자 박구현
서울 서대문구 신촌동 134
이예훈
경기도 수원시 팔달구 영통동 청명마을3단지아파트 321동1805호
김응선
경기도 수원시 팔달구 영통동 황골마을신명아파트 201동904호
이종혁
경기도 성남시 분당구 야탑동 탑마을주공8단지아파트808동 901호
김호진
서울 강남구 압구정동 현대아파트 62동 405호
홍대식
서울 서대문구 신촌동 134

(74) 대리인 이건주

심사청구 : 없음

(54) 속도 추정 장치 및 방법

요약

본 발명은 무선 채널을 통해 신호를 전송하는 송신기와 상기 신호를 수신하여 데이터를 복원하는 수신기로 이루어지는 이동 통신 시스템에 있어서, 수신기의 이동 속도를 얻기 위한 속도 추정 장치에 관한 것이다. 본 발명의 속도 추정 장치는 수신되는 신호로부터 파일럿 신호를 검출하는 파일럿 신호 검출기, 상기 파일럿 신호 검출기에 의해 검출된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하는 최대 도플러 주파수 추정기, 그리고 상기 최대 도플러 주파수 추정기의 입력단에 배치되어 상기 최대 도플러 주파수 추정기의 이전 출력값에 따라 제한 대역이 설정되는 적응형 대역제한 필터로 이루어지며 상기 대역 제한 필터를 통과하여 노이즈가 제거된 파일럿 신호를 이용하므로 정확한 최대 도플러 주파수 추정이 가능하다.

대표도

도 2

색인어

도플러 주파수, 속도 추정, 파일럿 신호, 대역 제한 필터

명세서

도면의 간단한 설명

도 1a는 ZCR, LRC 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법을 이용할 경우 부가 잡음에 의한 최대 도플러 주파수 왜곡을 설명하기 위한 그래프;

도 1b는 ACF 및 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법을 이용할 경우 부가 잡음에 의한 최대 도플러 주파수의 왜곡을 설명하기 위한 그래프;

도 2은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 속도 추정 장치를 보인 블록도;

도 3a 는 본 발명에 다른 적응형 대역 제한 필터를 통과하기 전의 수신 파일럿 신호의 전력 스펙트럼을 보인 그래프;

도 3b는 본 발명에 따른 적응형 대역 제한 필터를 통과한 후의 수신 파일럿 신호의 전력 스펙트럼을 보인 그래프;

도 4a는 ZCR을 기반으로 한 경우 본 발명에 따른 최대 도플러 주파수 추정 기법과 종래의 최대 도플러 주파수 추정 기법의 성능 비교 실험 결과를 보인 그래프;

도 4b는 LRC를 기반으로 한 경우 본 발명에 따른 최대 도플러 주파수 추정 기법과 종래의 최대 도플러 주파수 추정 기법의 성능 비교 실험 결과를 보인 그래프;

도 4c는 ACF를 기반으로 한 경우 본 발명에 따른 최대 도플러 주파수 추정 기법과 종래의 최대 도플러 주파수 추정 기법의 성능 비교 실험 결과를 보인 그래프; 그리고

도 4d는 COV를 기반으로 한 경우 본 발명에 따른 최대 도플러 주파수 추정 기법과 종래의 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법의 성능 비교 실험 결과를 보인 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동통신시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 잡음이 존재하는 이동통신 환경에서 이동체의 속도 추정 기법에 관한 것이다.

차세대 무선 통신에서는 한정된 주파수 자원을 이용한 대용량의 멀티미디어 패킷 서비스의 지원이 요구되므로 정확한 채널 정보를 기반으로 한 시스템 자원 할당이 중요한 문제로 다루어진다. 이동 단말의 이동 속도는 자원 할당을 위한 채널 정보의 중요한 요소를 이루며 특히 적응형 알고리즘을 적용하고 있는 수신방식에서 채널 추적 길이나 인터리버의 크기와 같은 계수들을 결정하는데 활용된다. 더욱이 이동체의 속도 정보는 셀룰러 통신 시스템에서 전력 제어와 핸드오프 제어를 위한 중요한 정보로 활용된다.

한편, 이동 단말은 수신되는 신호의 페이딩 (fading) 현상과 도플러 쉬프트 (frequency Doppler shift) 현상을 격게 된다. 일반적으로 이동 통신 시스템에서 수신기의 안테나에 수신되는 순시 신호 전력은 송신기로부터 수신기로 전송되는 신호의 산란과 반사에 의해 발생되는 다중 경로를 통해 수신되는 신호들의 합이며 수신신호는 슬로우 패이딩과 패스트 패이딩의 두 가지 성분으로 구분할 수 있다. 슬로우 패이딩은 송신기와 수신기 사이의 지형적 영향에 의해 발생하며 수신 전력은 측정 장소에 따라 변하다. 한편, 패스트 패이딩은 레일리 페이딩이라고도 부르며 빌딩, 나무, 자동차 등 전송 경로 상의 장애물에 의한 신호의 산란과 반사에 의해 발생한다. 이와 같이, 슬로우 패이딩과 패스트 패이딩의 영향으로 이동 단말이 수신하는 신호의 전력을 매 순간 변화하게 된다.

또한, 이동 단말(수신기)은 수신 신호의 도플러 편이를 격게 되는데 도플러 편이는 기지국(송신기)에 대한 이동단말의 이동 속도에 비례하여 수신 신호의 주파수 오차를 발생시킨다.

이와 같이, 도플러 편이에 의한 수신 신호의 주파수 오차가 단말의 이동속도에 비례하는 특성을 이용하면 이동 단말의 속도를 추정하는 것이 가능하다. 따라서, 이동 통신 시스템에서 이동 단말의 속도 추정은 기지국으로부터 수신되는 신호의 최대 도플러 주파수를 검출해 냄으로써 가능하다.

채널 계수 측정을 위한 최대 도플러 주파수 추정에 관한 연구는 오래전부터 진행되어 오고 있으며 수신 신호의 zero-crossing-rate(ZCR), level-crossing-rate (LRC), auto-correlation function (ACF), covariance (COV)등을 이용한 도플러 주파수 추정 알고리즘들이 알려져 있다.

종래의 ZCR 및 LRC 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법은 부가 잡음에 대한 영향을 고려하지 않기 때문에 잡음이 존재하는 페이딩 채널에서는 최대 도플러 주파수 추정 시 많은 왜곡을 발생시키게 된다.

종래의 ACF 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법에서는 페이딩 채널에서 발생하는 추정 왜곡을 보상하기 위해 신호대잡음비를 이용한다. 하지만 빠르게 변하는 이동 통신 환경에서 신호대잡음비를 정확하게 추정하기 어렵기 때문에 구현하기 어렵다는 단점이 있다.

한편, COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법에서는 직접파가 존재하는 라이시안 페이딩 환경에서 상기 ACF 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법 보다 강한 특성을 가진다. 하지만 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법 역시 잡음이 존재하는 페이딩 채널에서는 많은 추정 왜곡을 가지게 되며 이를 보상하기 위해 역시 SNR을 정확히 알아야 한다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 필터링된 자기 상관 함수 (AFC) 값을 이용한 최대 도플러 주파수 추정 기법이 제안되었다. 필터링된 자기 상관 함수 기법을 이용하면 잡음에 의하여 나타나는 심각한 왜곡을 감소시킬 수 있으나 필터링에 의한 신호 왜곡으로 높은 최대 도플러 주파수 환경에서 왜곡이 심해진다. 또한, 필터링된 자기 상관 함수 기법은 잡음의 영향을 완벽히 제거하는 것이 아니라 완화 시켜주는 방법으로 매우 낮은 신호대잡음비 환경에서는 여전히 왜곡이 존재한다.

자기 상관 함수를 이용하는 또 다른 변형된 최대 도플러 주파수 추정 기법에서는 서로 다른 시간차를 가지는 신호의 자기 상관 함수 값의 비를 이용한다. 이 경우 잡음의 영향을 받지 않고 최대 도플러 주파수 추정이 가능하지만 측정할 수 있는 최대 도플러 주파수의 범위가 절반으로 줄어드는 단점이 있고, 기본적으로 자기 상관 함수를 이용하기 때문에 직접파가 존재하는 라이시안 페이딩 환경에서는 매우 약한 성능 특성을 보인다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로 본 발명의 목적은 이동 통신 시스템에서 최대 도플러 주파수 추정시에 잡음의 영향을 받지 않을 뿐만 아니라 측정 가능한 구간의 감소 없이 효율적으로 최대 도플러 주파수를 추정할 수 있는 속도 추정 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 이동 통신 시스템에서 레일리 페이딩 환경과 라이시안 페이딩 환경 모두에서 강한 최대 도플러 주파수 추정 성능을 갖는 속도 추정 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

상기한 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 속도추정장치는 수신되는 신호로부터 파일럿 신호를 검출하는 파일럿 신호 검출기, 상기 파일럿 신호 검출기에 의해 검출된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하는 최대 도플러 주파수 추정기, 그리고 상기 최대 도플러 주파수 추정기의 입력단에 배치되어 상기 최대 도플러 주파수 추정기의 이전 출력값에 따라 제한 대역이 설정되는 적응형 대역제한 필터로 이루어진다.

본 발명의 다른 일 국면에 있어서, 서비스 영역 내의 이동국들에 대해 무선 접속 서비스를 제공하는 적어도 하나의 기지국으로 이루어지는 이동 통신 시스템의 속도추정장치는 수신되는 무선 신호를 기저대역 신호로 다운 컨버팅하는 RF처리부, 상기 RF처리부로부터 출력되는 기저대역 신호를 일정 구간 샘플링하여 디지털 신호로 출력하는 샘플링부, 상기 샘플링부로부터 출력되는 디지털 신호로부터 파일럿 신호를 검출하는 파일럿 신호 검출부, 상기 파일럿 신호 검출부로부터 출력되는 신호로부터 파일럿 신호만을 통과시키는 적응형 대역 제한부, 상기 대역 제한부에 의해 필터링된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하는 최대 도플러 추정부, 상기 최대 도플러 주파수 추정부에 의해 추정된 최대 도플러 주파수 추정값을 속도 정보로 변환하는 속도정보 생성부로 이루어진다.

본 발명의 또 다른 일 국면에 있어서, 무선 채널을 통해 신호를 전송하는 송신기와 상기 신호를 수신하여 데이터를 복원하는 수신기로 이루어지는 통신 시스템에서의 속도 추정 방법은 수신되는 신호로부터 파일럿 신호를 검출하고, 상기 파일럿 신호에 대해 대역 제한 필터링을 수행하고, 상기 대역 제한 필터링 된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하고, 상기 추정된 최대 도플러 주파수를 이용하여 속도 정보를 생성하는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 또 다른 일 국면에 있어서, 서비스 영역 내의 이동국들에 대해 무선 접속 서비스를 제공하는 적어도 하나의 기지국으로 이루어지는 이동 통신 시스템에 있어서의 속도추정방법은 수신되는 무선 신호를 기저대역 신호로 다운 컨버팅하고, 상기 기저대역 신호를 일정구간 샘플링하여 디지털 신호로 출력하고, 상기 디지털 신호로부터 파일럿 신호를 검출하고, 상기 파일럿 신호에 대역 제한 필터링을 수행하고, 대역 제한 필터링 된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하고, 상기 추정된 최대 도플러 주파수를 속도 정보로 변환한다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 속도 추정 장치 및 방법을 첨부된 도면을 참조하여 설명한다.

상기 ZCR, LRC, ACF, 및 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법은 부가잡음을 고려하지 않을 경우 각각 다음 수학식 1 내지 수학식 4로 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$Z_R = \sqrt{2} f_m$$

수학식 2

$$L_R = \sqrt{2\pi} f_m \rho e^{-\rho^2}$$

수학식 3

$$\frac{\phi_1}{\phi_0} = J_0(2\pi f_m T_S)$$

수학식 4

$$\frac{Cov[a^2(i)a^2(i+1)]}{Var[a^2(i)]} = J_0^2(2\pi f_m T_S)$$

수학식 1과 수학식 2에서 Z_R과 L_R은 각각 수신 신호의 제로 크로싱 비 (zero crossing rate :ZCR)와 수신 신호 크기의 레벨 크로싱 비(level crossing rate :LCR) 값이고 f_m은 최대 도플러 주파수 이다. 수학식 2에서 ρ는 레벨 크로싱(level crossing)이 발생하는 회수를 세는 기준 레벨 R과 평균 수신 레벨 R_{rms} 값의 비이다. 수학식 3 및 수학식 4에서 T_S는 파일럿 신호의 주기이다. 수학식 3에서 ϕ_k는 k 번째 샘플링 시간 만큼 떨어진 수신 신호간의 자기 상관 함수 (ACF) 값이며 수학식 4에서 a(i)는 i번째 수신 신호의 크기 값이며 Cov[·]와 Var[·]는 각각 공분산과 자기분산 값을 나타낸다.

도 1a 및 도 1b는 ZCR, LRC, ACF, 및 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법을 이용할 경우 부가 잡음에 의한 최대 도플러 주파수의 왜곡을 설명하기 위한 그래프이다.

도 1a 및 도 1b에서 보는 바와 같이, ZCR, LRC, ACF, 및 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법 모두 낮은 신호대잡음비 환경에서 실제 최대 도플러 주파수에 대해 추정된 최대 도플러 주파수가 심각하게 왜곡되어 있는 것을 알 수 있다.

상기 수학식 1 내지 수학식 4을 부가 잡음의 영향을 고려하여 재구성하면 각각 다음 수학식 5 내지 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$Z_R = \sqrt{\frac{\gamma+1}{\gamma+2B_m^2/3f_m^2}}\sqrt{2}f_m$$

수학식 6

$$L_R = \sqrt{\frac{\gamma+1}{\gamma+2B_m^2/3f_m^2}}\sqrt{2\pi}f_m\rho e^{-\rho^2}$$

수학식 7

$$\frac{\phi_1}{\phi_0} = \left(\frac{\gamma}{\gamma+1}\right)\left(J_0(2\pi f_m T_S) + \frac{\mathrm{sinc}(B_m T_S)}{\gamma}\right)$$

수학식 8

$$\frac{Cov[a^2(i)a^2(i+1)]}{Var[a^2(i)]} = \left(\frac{\gamma}{\gamma+1}\right)^2\left(J_0(2\pi f_m T_S) + \frac{\mathrm{sinc}(B_m T_S)}{\gamma}\right)^2$$

수학식 5 내지 수학식 8에서 γ는 신호대잡음비 (signal-to-noise ratio: SNR)이며 B_m은 부가 잡음의 대역폭이다. 따라서 잡음이 존재하는 채널 환경에서 정확한 최대 도플러 주파수 추정을 위해서는 신호대잡음비 γ에 대한 정보가 요구된다.

하지만 빠르게 변하는 이동 통신 환경에서 신호대잡음비의 정보를 정확하게 추정하는 것은 매우 어려운 일이므로 일반적으로 잡음의 영향을 고려하지 않은 수학식 1 내지 수학식 4를 이용하여 최대도플러 주파수를 추정하게 된다. 따라서, 부가 잡음에 의하여 추정된 최대 도플러 주파수 값에 심각한 왜곡이 발생하게 된다.

본 발명에서는 상기 부가 잡음 대역폭 B_m을 페이딩 채널을 통과한 파일럿 신호의 대역폭인 최대 도플러 주파수 f_m의 $\sqrt{\frac{3}{2}}$ 배로 적응형 대역 제한을 수행하여 ZCR, LRC, ACF, 혹은 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법에서 발생하는 추정 왜곡을 극복한다.

도 2은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 속도 추정 장치를 보인 블록도이다.

도 2에서, 상기 속도 추정 장치는 안테나(미도시)를 통해 수신되는 신호 중 특정 대역 신호 만을 필터링하여 기저대역 신호로 다운 컨버팅하는 RF 처리부 (201), 상기 RF 처리부(201)로부터 출력되는 기저대역 신호를 일정 구간 샘플링하여 디지털 신호로 출력하는 샘플링부(203), 상기 샘플링부(203)로부터 출력되는 디지털 신호를 전송 데이터로 복원하는 데이터 신호 처리부(205), 그리고 상기 샘플링부(203)로부터 출력되는 디지털 신호로부터 파일럿 신호를 검출하는 파일럿 신호 검출부 (207), 상기 파일럿 신호 검출부 (207)에 의해 출력되는 신호로부터 파일럿 신호만을 통과시키는 적응형 대역 제한 필터(209), 상기 적응형 대역 제한 필터(209)를 통과한 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하는 최대 도플러 주파수 추정부(211), 그리고 상기 최대 도플러 주파수 추정부(211)에 의해 출력되는 최대 도플러 주파수 추정치를 속도 정보로 변환하여 출력하는 속도 정보 발생부(213)로 이루어진다.

상기 적응형 대역 제한 필터(209)의 통과 대역은 상기 최대 도플러 주파수 추정부(211)에 의해 추정된 이전 최대 도플러 주파수 추정치에 의해 결정되며 상기 최대 도플러 주파수 추정부(211)의 출력은 별도의 궤환 라인 (212)을 통해 상기 적응형 대역 제한 필터 (209)에 제공된다.

상기 최대 도플러 주파수 추정부(211)는 상기한 ZCR, LRC, ACF, 및 COV 기법을 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정한다.

상기한 바와 같이 추정된 최대 도플러 주파수는 이동체의 속도와 비례 관계에 있으므로 간단하게 속도 정보를 얻을 수 있다.

이하, 상기와 같이 구성된 속도 추정 장치의 동작을 설명한다.

먼저 파일럿 신호 검출부 (207)에 의해 검출된 파일럿 신호는, 상기 최대 도플러 추정부(211)에 의해 추정된 이전 최대 도플러 주파수 추정치를 고려하여 그 통과대역이 설정된, 상기 대역 제한 필터(209)를 거쳐 상기 최대 도플러 주파수 추정부(211)에 입력된다.

상기 최대 도플러 주파수 추정부(211)는 수신신호의 ZCR, LRC, ACF, 혹은 COV를 기반으로 최대 도플러 주파수 추정을 수행하여 최대 도플러 주파수 추정값을 출력한다. 본 발명에서는 상기 부가 잡음 대역폭 Bm을 페이딩 채널을 통과한 파일럿 신호의 대역폭인 최대 도플러 주파수 f_m 의 $\sqrt{\frac{3}{2}}$ 배로 적응형 대역 제한을 수행하여 ZCR, LRC, ACF, 혹은 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법에서 발생하는 추정 왜곡을 극복한다.

상기 적응형 대역 제한을 위한 최대 도플러 추정 값으로 직전에 추정한 최대 도플러 주파수 값을 이용한다. 일반적으로 최대 도플러 주파수는 이동체의 속도 변화에 따라서만 변하게 되므로 매우 느리게 변하는 특성을 갖는다. 따라서 이전에 추정된 최대 도플러 주파수 값을 이용하면 발생하는 오차 매우 작다.

도 3a 및 도 3b는 각각 본 발명에 따른 적응형 대역 제한 필터를 통과하기 전과 통과한 후의 수신 파일럿 신호의 전력 스펙트럼을 보인 그래프들이다.

도 3a와 비교 할 때, 도 3b에서 보는 바와 같이, 적응형 대역 제한 필터를 통과한 파일럿 신호는 잡음의 대역만 대역 제한되고 파일럿 신호는 전혀 왜곡이 발생하지 않는다. 이렇게 잡음의 대역이 적응적으로 대역 제한되기 때문에 수신 신호의 ZCR 및 LRC는 상기 수학식 1 및 수학식 2와 같이 나타낼 수 있으며, ACF 및 COV 값은 각각 다음 수학식 9 및 수학식 10으로 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$\frac{\phi_1}{\phi_0} \approx J_0(2\pi f_m T_S)$$

수학식 10

$$\frac{Cov[a^2(i)a^2(i+1)]}{Var[a^2(i)]} \approx J_0^2(2\pi f_m T_S)$$

수학식 9와 수학식 10은 근사식 $J_0(x) \approx 1-x^2/4$ 와 $\sin c(x) \approx 1-(2\pi x)^2/6$ 을 이용하여 구해진다. 수학식 1, 수학식 2, 수학식 9 및 수학식 10에서 보는 바와 같이 적응형 대역 제한 필터를 통화한 신호의 특성은 부가 잡음이 없는 경우의 수신 신호의 특성과 일치하게 되므로 ZCR, LRC, ACF, 혹은 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법을 이용하여도 전형 왜곡이 발생하지 않는다.

본 발명에 따른 속도 추정 방법에서는 결정 궤환 구조를 이용하므로 안정성에 대한 검증이 필요하다. 결정 궤환 구조를 이용한 적응형 대역 제한 방식은 자기 자신의 출력 정보를 입력 신호의 대역 제한에 사용하게 되므로 수렴하지 못하고 발산하게 될 가능성이 있다. 따라서, 결정 궤한 구조의 수렴에 대한 성능을 검증하는 것이 매우 중요하다. 결정궤한 구조에서 최대 도플러 주파수를 f_m, n번째 추정된 최대 도플러 주파수를 $\hat{f}_m(n)$, n 번째 추정 오차의 비를 $\alpha(n)$이라 하면 수학식 11과 같은 관계가 성립한다.

수학식 11

$$\hat{f}_m(n) = \alpha(n) \cdot f_m$$

수학식 5 내지 수학식 8에 각각 적응형 대역 제한 방식을 적용하고, 수학식 11을 이용하여 γ을 α(n-1)과의 관계로 나타내면 수학식 12와 같다.

수학식 12

$$\alpha(n) = \sqrt{\frac{\gamma + \alpha^2(n-1)}{\gamma + 1}}$$

최초 추정 오차의 비를 α(0)라고 하면, α(0)는 초기 최대 도플러 주파수 추정 값의 오차를 나타내는 변수가 되고 $0<\alpha(0)<\infty$의 범위를 가지게 된다. 수학식 12를 등비수열의 법칙을 이용하여 일반항의 형태로 정리하면 수학식 13와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 13

$$\alpha(n) = \sqrt{1 + \frac{\alpha^2(0) - 1}{(\gamma + 1)^n}}$$

수학식 15에서 γ는 결정 궤환 적응형 대역 제한 후의 신호대잡음비를 나타내므로 언제나 $\gamma>0$를 만족한다. 따라서, $n\rightarrow\infty$의 조건에서 $\alpha(n)$은 1로 수렴하는 것을 알 수 있다. 즉, 제안돈 결정 궤환 구조에서 $\alpha(n)=1$이면 n번째 추정된 최대 도플러 주파수는 $\hat{f_m}(n)=f_m$이 되므로 언제나 정확한 최대 도플러 주파수로 수렴함을 알 수 있다.

도 4a 내지 도 4b는 각각 본 발명에 따른 최대 도플러 주파수 추정 기법과 종래의 ZCR, LRC, ACF, 및 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법의 성능 비교 실험 결과를 보인 그래프들이다.

상기 최대 도플러 주파수 추정 기법의 성능 실험을 위해 WCDMA 방식에서 사용되고 있는 2GHz 의 반송파 주파수와 3GPP 규격의 슬롯 전송율에 대응하는 1.5kbaud의 파일럿 심벌 전송율을 적용하였다. 또한, 잡음의 영향을 고려하기 위하여 신호대 잡음비는 10dB로 설정하였고, 한 번의 최대 도플러 주파수 추정을 위해서 500msec 동안의 수신 파일럿 심벌을 사용하였으며 추정된 최대 도플러 주파수는 학습률 0.3으로 갱신하였다.

도 4a 내지 도 4b에서 보는 바와 같이, 종래의 ZCR, LRC, ACF, 및 COV 기반의 최대 도플러 주파수 추정 기법을 이용한 경우 부가 잡음에 의하여 최대 도플러 추정 값에 왜곡이 발생하는 것을 관찰할 수 있다. 특히 최대 도플러 주파수가 작은 환경에서는 왜곡이 더 심해짐을 알수 있다. 이에 반해, 본 발명의 최대 도플러 주파수 추정 기법을 적용한 경우 최대 도플러 주파수에 관계없이 추정된 최대 도플러 주파수 값이 부가 잡음의 영향을 받지 않는 것을 알 수 있다.

발명의 효과

상기한 바와 같이, 본 발명의 속도추정방법에서는 최대 도플러 주파수 추정시 직전 최대 도플러 추정 값으로 파일럿 신호의 대역을 제한하여 잡음의 영향을 최소화시킴으로써 정확한 최대 도플러 주파수 추정이 가능하고 그에 따라 신뢰성 있는 속도 정보 얻을 수 있다.

또한, 본 발명의 속도추정방법은 최대 도플러 주파수를 추정하기 위해 이전에 추정된 최대 도플러 주파수를 이용함으로 종래와 같은 SNR과 같은 외부 정보가 필요하지 않아 쉽게 구현 복잡성이 감소한다.

또한, 본 발명의 속도추정방법은 매우 빠르게 변화는 SNR을 이용하지 않고 이동체의 속도 변화에 따라서만 서서히 변하는 최대 도플러 주파수를 이용하기 때문에 안정적인 성능 특성을 갖는다.

또한, 본 발명의 속도추정방법에서는 수신 파일럿 신호에 대한 대역 제한 필터링을 수행함으로써 낮은 신호대잡음비 환경에서도 추정 왜곡을 최소화 할 수 있다.

또한, 본 발명의 속도추정방법에서는 종래의 최대 도플러 주파수 추정에 이용되었던 ZCR, LRC, ACF, 혹은 COV 기반의 기법과 함께 사용될 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

무선 채널을 통해 신호를 전송하는 송신기와 상기 신호를 수신하여 데이터를 복원하는 수신기로 이루어지는 통신 시스템에 있어서,

수신되는 신호로부터 파일럿 신호를 검출하는 파일럿 신호 검출기;

상기 파일럿 신호 검출기에 의해 검출된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하는 최대 도플러 주파수 추정기;

상기 최대 도플러 주파수 추정기의 입력단에 배치되어 상기 최대 도플러 주파수 추정기의 이전 출력값에 따라 제한 대역이 설정되는 적응형 대역제한 필터로 이루어지는 속도추정장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 최대 도플러 주파수 추정기에 의해 추정된 최대 도플러 주파수를 속도 정보로 변환하는 속도 정보 생성기를 더욱 포함하는 속도추정장치.

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 추정된 최대 도플러 주파수는 별도의 궤환 라인을 통해 상기 적응형 대역 제한 필터로 궤환되는 것을 특징으로 하는 속도추정장치.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 상기 적응형 대역 제한 필터는 이전에 추정된 최대 도플러 주파수의 $\sqrt{\frac{3}{2}}$ 배 대역으로 제한 대역이 설정되는 것을 특징으로 하는 속도추정장치.

청구항 5.

제 1항에 있어서, 상기 최대 도플러 주파수 추정기는 최대 도플러 주파수 추정을 위해 수신신호의 제로-크로싱-율(zero-crossing-rate: ZCR), 레벨-크로싱-율 (level-crossing-rate: LCR), 자기상관 함수(auto-correlation function: ACF), 또는 공분산(covariance: COV)을 이용하는 것을 특징으로 속도추정장치.

청구항 6.

서비스 영역 내의 이동국들에 대해 무선 접속 서비스를 제공하는 적어도 하나의 기지국으로 이루어지는 이동 통신 시스템에 있어서,

수신되는 무선 신호를 기저대역 신호로 다운 컨버팅하는 RF처리부;

상기 RF처리부로부터 출력되는 기저대역 신호를 일정 구간 샘플링하여 디지털 신호로 출력하는 샘플링부;

상기 샘플링부로부터 출력되는 디지털 신호로부터 파일럿 신호를 검출하는 파일럿 신호 검출부;

상기 파일럿 신호 검출부로부터 출력되는 신호로부터 파일럿 신호만을 통과시키는 적응형 대역 제한부;

상기 대역 제한부에 의해 필터링된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하는 최대 도플러 추정부;

상기 최대 도플러 주파수 추정부에 의해 추정된 최대 도플러 주파수 추정값을 속도 정보로 변환하는 속도정보 생성부로 이루어지는 속도추정장치.

청구항 7.

제 6항에 있어서, 상기 대역 제한부는 상기 최대 도플러 주파수 추정부의 이전 최대 도플러 주파수 추정값에 따라 적응적으로 제한 대역이 설정되는 것을 특징으로 하는 속도추정장치.

청구항 8.

제 7항에 있어서, 상기 대역 제한부의 제한 대역은 이전 최대 도플러 주파수 추정값의 $\sqrt{\frac{3}{2}}$ 배 대역으로 제한 대역이 설정되는 것을 특징으로 하는 속도추정장치.

청구항 9.

제 6항에 있어서, 상기 최대 도플러 주파수 추정부는 최대 도플러 주파수 추정을 위해 수신신호의 제로-크로싱-율(zero-crossing-rate: ZCR), 레벨-크로싱-율 (level-crossing-rate: LCR), 자기상관 함수(auto-correlation function: ACF), 또는 공분산(covariance: COV)을 이용하는 것을 특징으로 속도추정장치.

청구항 10.

무선 채널을 통해 신호를 전송하는 송신기와 상기 신호를 수신하여 데이터를 복원하는 수신기로 이루어지는 통신 시스템에 있어서,

수신되는 신호로부터 파일럿 신호를 검출하고;

상기 파일럿 신호에 대해 대역 제한 필터링을 수행하고;

상기 대역 제한 필터링 된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하고;

상기 추정된 최대 도플러 주파수를 이용하여 속도 정보를 생성하는 것을 속도추정방법.

청구항 11.

제 10항에 있어서, 상기 대역 제한 필터링을 위한 제한 대역은 이전에 추정된 최대 도플러 주파수에 따라 적응적으로 설정되는 것을 특징으로 하는 속도추정방법.

청구항 12.

제 10항에 있어서, 상기 제한 대역은 이전에 추정된 최대 도플러 주파수의 $\sqrt{\frac{3}{2}}$ 배 대역인 것을 특징으로 하는 속도추정방법.

청구항 13.

제 10항에 있어서, 상기 최대 도플러 주파수 추정기는 최대 도플러 주파수 추정을 위해 수신신호의 제로-크로싱-율(zero-crossing-rate: ZCR), 레벨-크로싱-율(level-crossing-rate: LCR), 자기상관 함수(auto-correlation function: ACF), 또는 공분산(covariance: COV)을 이용하는 것을 특징으로 속도추정장치.

청구항 14.

서비스 영역 내의 이동국들에 대해 무선 접속 서비스를 제공하는 적어도 하나의 기지국으로 이루어지는 이동 통신 시스템에 있어서,

수신되는 무선 신호를 기저대역 신호로 다운 컨버팅하고;

상기 기저대역 신호를 일정구간 샘플링하여 디지털 신호로 출력하고;

상기 디지털 신호로부터 파일럿 신호를 검출하고;

상기 파일럿 신호에 대역 제한 필터링을 수행하고;

대역 제한 필터링 된 파일럿 신호를 이용하여 최대 도플러 주파수를 추정하고;

상기 추정된 최대 도플러 주파수를 속도 정보로 변환하는 속도추정방법.

청구항 15.

제 14항에 있어서, 상기 대역 제한 필터링을 위한 제한 대역은 이전에 추정된 최대 도플러 주파수에 따라 적응적으로 설정되는 것을 특징으로 하는 속도추정방법.

청구항 16.

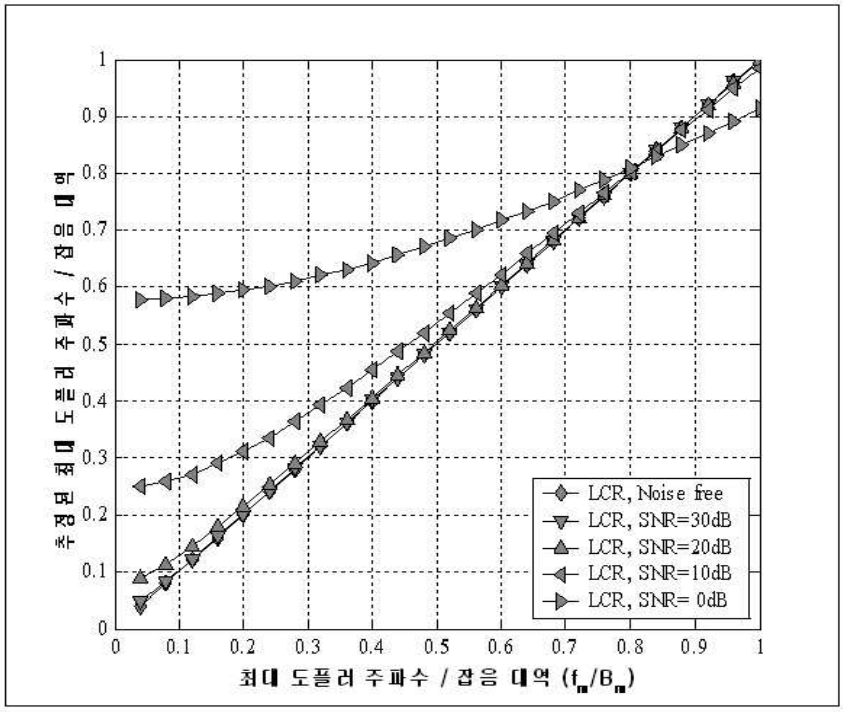
제 15항에 있어서, 상기 제한 대역은 이전에 추정된 최대 도플러 주파수의 $\sqrt{\frac{3}{2}}$ 배 대역인 것을 특징으로 하는 속도추정방법.

청구항 17.

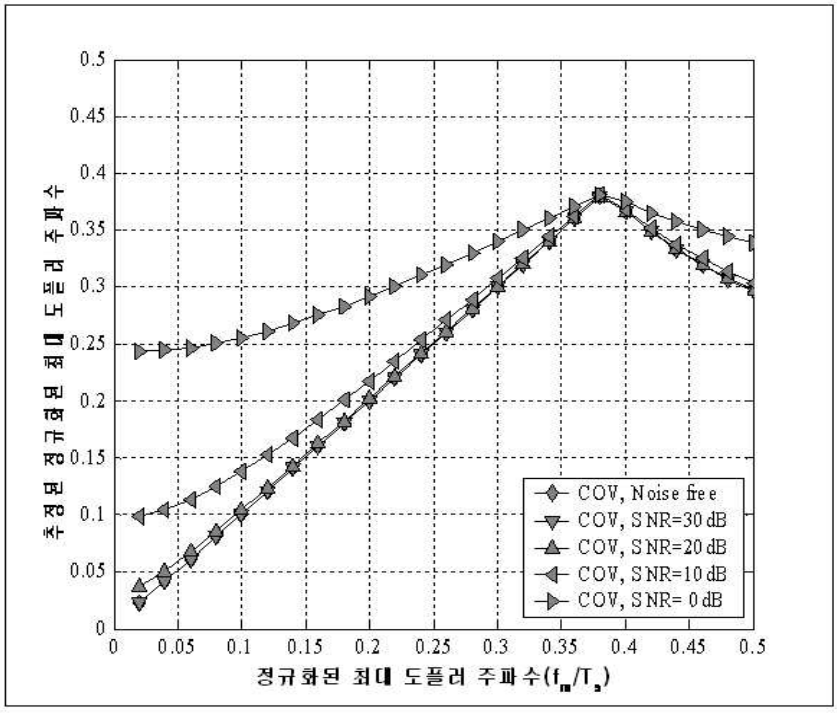
제 16항에 있어서, 상기 최대 도플러 주파수 추정기는 최대 도플러 주파수 추정을 위해 수신신호의 제로-크로싱-율(zero-crossing-rate: ZCR), 레벨-크로싱-율(level-crossing-rate: LCR), 자기상관 함수(auto-correlation function: ACF), 또는 공분산(covariance: COV)을 이용하는 것을 특징으로 속도추정장치.

도면

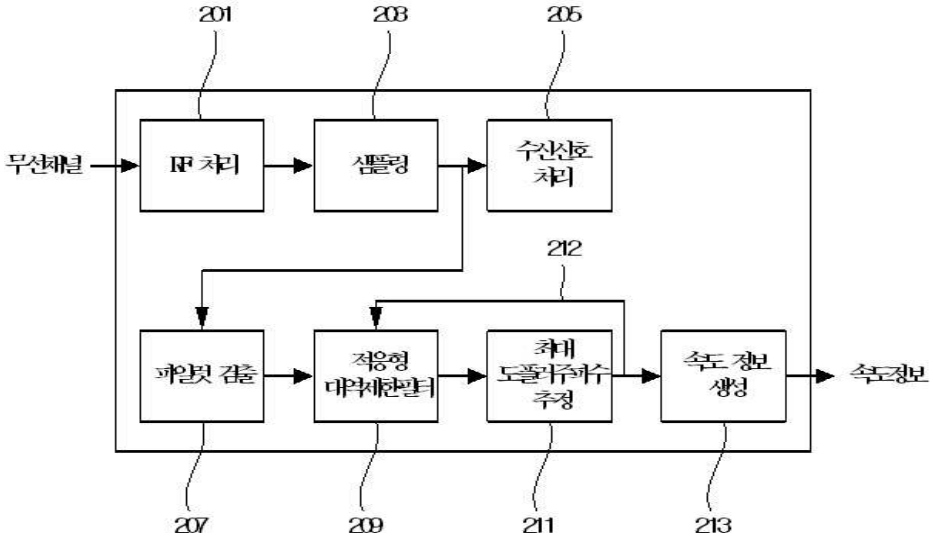
도면1a


추정된 최대 도플러 주파수 / 잡음 대역
최대 도플러 주파수 / 잡음 대역 (f_m/B_m)
LCR, Noise free
LCR, SNR=30dB
LCR, SNR=20dB
LCR, SNR=10dB
LCR, SNR= 0dB

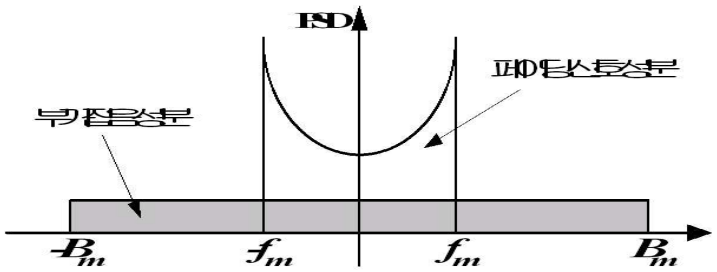
도면1b


추정된 정규화된 최대 도플러 주파수
정규화된 최대 도플러 주파수(f_m/T_s)
COV, Noise free
COV, SNR=30 dB
COV, SNR=20 dB
COV, SNR=10 dB
COV, SNR= 0 dB

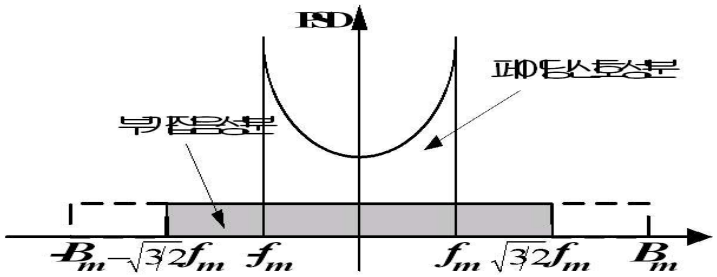
도면2



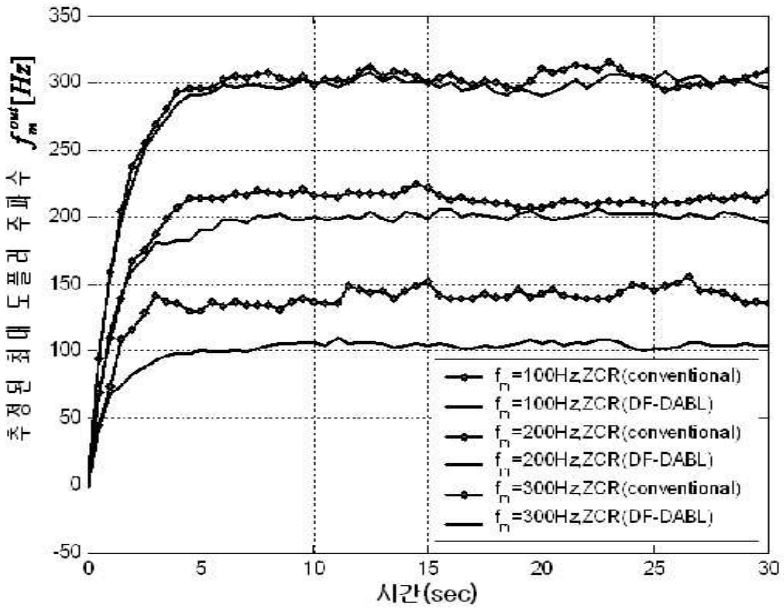
도면3a



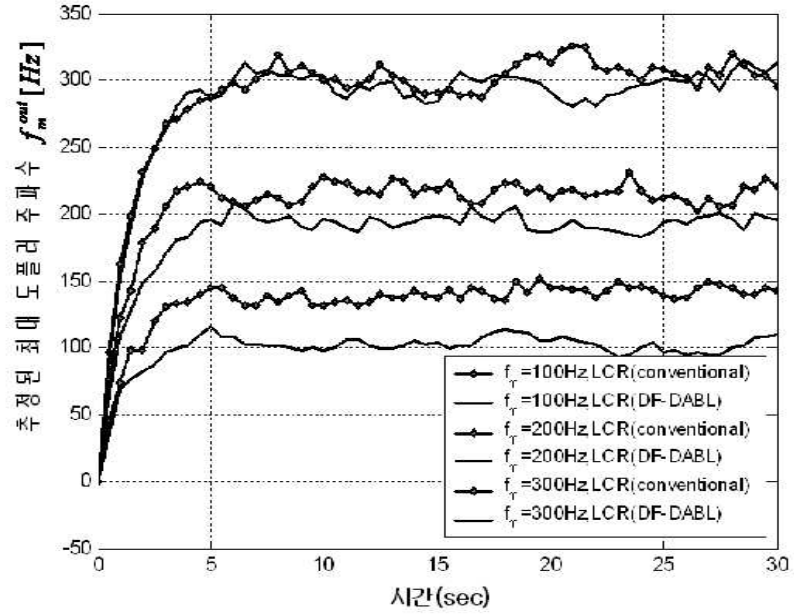
도면3b



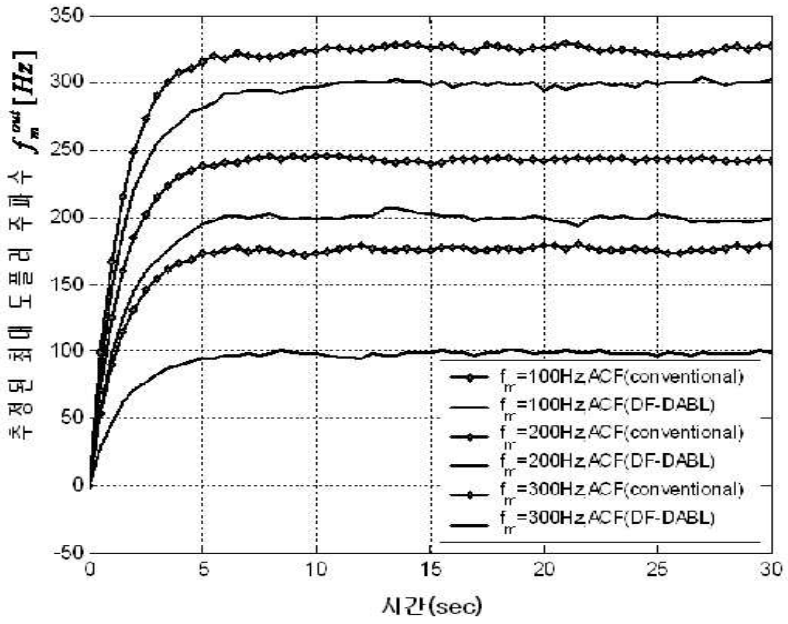
도면4a


추정된 최대 도플러 주파수 f_m^{out}[Hz]
시간(sec)
f_D=100Hz,ZCR(conventional)
f_D=100Hz,ZCR(DF-DABL)
f_D=200Hz,ZCR(conventional)
f_D=200Hz,ZCR(DF-DABL)
f_D=300Hz,ZCR(conventional)
f_D=300Hz,ZCR(DF-DABL)

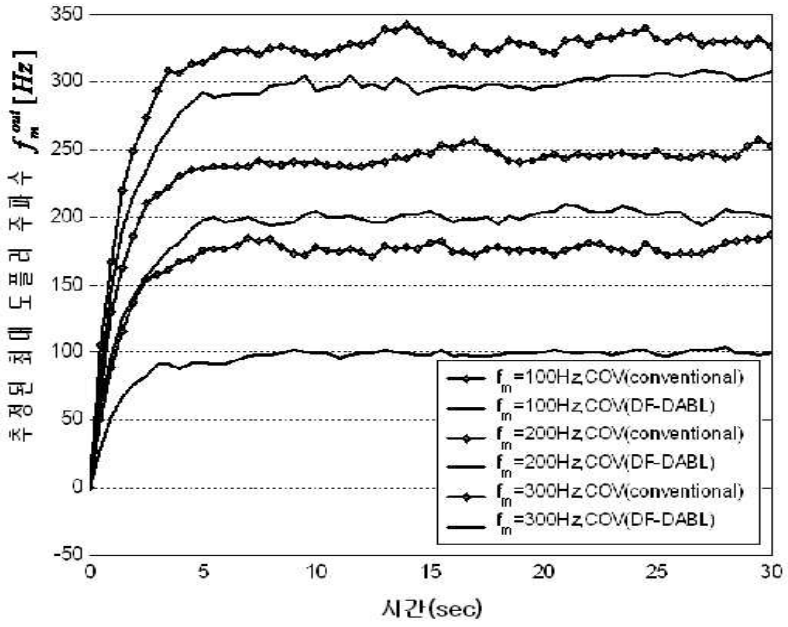
도면4b


추정된 최대 도플러 주파수 f_m^{out}[Hz]
시간(sec)
f_T=100Hz,LCR(conventional)
f_T=100Hz,LCR(DF-DABL)
f_T=200Hz,LCR(conventional)
f_T=200Hz,LCR(DF-DABL)
f_T=300Hz,LCR(conventional)
f_T=300Hz,LCR(DF-DABL)

도면4c


추정된 최대 도플러 주파수 f_m^{est} [Hz]
시간(sec)
f_m=100Hz,ACF(conventional)
f_m=100Hz,ACF(DF-DABL)
f_m=200Hz,ACF(conventional)
f_m=200Hz,ACF(DF-DABL)
f_m=300Hz,ACF(conventional)
f_m=300Hz,ACF(DF-DABL)

도면4d


추정된 최대 도플러 주파수 f_m^{est} [Hz]
시간(sec)
f_m=100Hz,COV(conventional)
f_m=100Hz,COV(DF-DABL)
f_m=200Hz,COV(conventional)
f_m=200Hz,COV(DF-DABL)
f_m=300Hz,COV(conventional)
f_m=300Hz,COV(DF-DABL)