



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0093166
(43) 공개일자 2010년08월25일

(51) Int. Cl.

H04J 13/02 (2006.01) H04L 27/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0012223

(22) 출원일자 2009년02월16일

심사청구일자 2009년02월16일

(71) 출원인

충남대학교산학협력단

대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자

안재민

경기도 용인시 기흥구 보정동 동아솔레시티아파트
126동 602호

오왕록

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 506동
1603호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권오식, 박창희, 김종관

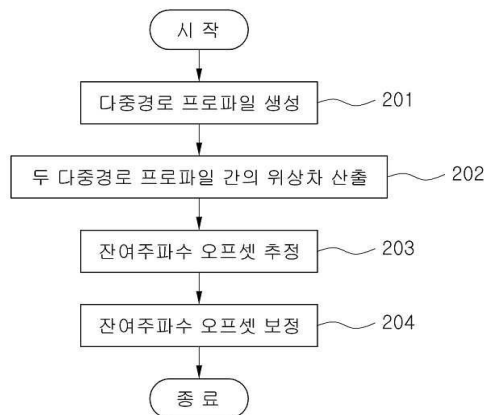
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 불완전한 동기 환경에 강인한 초광대역 신호 수신기의 채널추정 방법

(57) 요약

본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법은, 초광대역(Ultra Wide Band: UWB)신호에 대한 다중경로 프로파일을 생성하는 단계; 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출하는 단계; 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 통해 잔여 주파수 오프셋을 추정하는 단계; 및 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 잔여 주파수 오프셋을 보정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

황인재

대전광역시 유성구 장대동 304-8 대신주택 101호

김정빈

대전광역시 유성구 궁동 자연아파트 905호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

부처명 한국산업기술재단

연구사업명 지역혁신인력양성사업

연구과제명 임펄스 UWB 실내측위수신기 개발

주관기관 충남대학교

연구기간 2008년05월01일~2009년04월30일

특허청구의 범위

청구항 1

초광대역(Ultra Wide Band: UWB)신호에 대한 다중경로 프로파일을 생성하는 단계;
 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출하는 단계;
 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 통해 잔여 주파수 오프셋을 추정하는 단계; 및
 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 잔여 주파수 오프셋을 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 초광대역(Ultra Wide Band: UWB)신호에 대한 다중경로 프로파일을 생성하는 단계는,
 상기 초광대역 신호 및 선정된(predetermined) 프리앰블 신호간의 상호 상관(cross correlation)을 통해 상기 다중경로 프로파일을 생성하는 단계
 를 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 초광대역 신호 수신기는 초광대역 송신기로부터 L개의 경로를 통해 제1 초광대역 신호 내지 제M 초광대역 신호를 수신하고, 각각의 초광대역 신호에서 L개의 다중경로 프로파일을 생성하는 것을 특징으로 하는 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출하는 단계는,
 제K 초광대역 신호의 제1 프로파일 및 제K+d 초광대역 신호의 제1 프로파일 간의 위상차인 제1 위상차 내지 상기 제K 초광대역 신호의 제L 프로파일 및 상기 제K+d 초광대역 신호의 제L 프로파일 간의 위상차인 제L 위상차를 각각 산출하여, 상기 제1 위상차 내지 상기 제L 위상차 간의 누적 평균값인 제K 값을 산출하는 단계;
 상기 제K 값의 산출 단계를 반복 수행하여, 제1 초광대역 신호 및 제1+d 초광대역 신호에 대한 제1 값 내지 제M-d 초광대역 신호 및 제M 초광대역 신호에 대한 제M-d 값을 각각 산출하는 단계; 및
 상기 제1 값 내지 상기 제M-d 값의 최대비 결합(Maximal ratio combining)을 통해 상기 제1 초광대역 신호 내지 상기 제M 초광대역 신호에 대한 최종 위상차를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 잔여 주파수 오프셋을 보정하는 단계는,
 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋을 이용하여 상기 초광대역 신호의 주파수 동기 오류를 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 채널 추정 오류를 보정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 채널 추정 오류를 보정하는 단계는, 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋에 의한 채널 상태 정보의 위상 변화 및 크기 감쇄를 보상하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 초광대역 신호는 UWB-IR(Ultra Wide Band - Impulse Radio) 신호인 것을 특징으로 하는 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항의 방법을 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터 판독 가능한 기록 매체.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 채널 추정 과정에서 획득한 다중경로 프로파일을 이용하여 잔여 주파수 오프셋을 추정하고 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋을 보상함으로써 정확한 주파수 동기를 맞추고 동시에 채널 상태 정보에 존재하는 상기 잔여 주파수 오프셋의 영향을 제거하여 채널 추정의 정확성 또한 향상시키는 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 UWB 무선 기술이 수백 Mbps 내지 1Gbps급의 초고속 멀티미디어 데이터의 무선 전송 성능과 고유한 위치 인식 능력이 부각되면서 무선통신, 이미징, 센서 분야에서 매우 유망한 기술로 크게 주목받고 있다. 최근에는 통신 분야의 상업적 이용이 허용됨에 따라 UWB 무선 기술을 근거리 무선 개인 영역 네트워크용으로 활용하기 위한 다양한 방법들이 제시되고 있다.

[0003] 미국의 경우, UWB 무선 기술의 허가에 관한 심도 있는 검토가 다년간 이루어져 최근에는 FCC (Federal Communication Committee)가 3.1 GHz부터 10.6 GHz까지 7.5GHz에 걸쳐 주파수 사용을 허가하였다. 특히 초고속 WPAN (Wireless Personal Area Network)용 UWB 표준화를 담당하는 IEEE802.15.3a와 더불어, 무선 측위 기능까지 수반하는 저속 저전력 WPAN용 UWB 표준화 그룹인 IEEE802.15.4a를 중심으로 관련 업체들이 경쟁적인 UWB 연구 개발 대열에 적극 참여하고 있는 상황이다.

[0004] IR-UWB 시스템은 동기 방식과 비동기 방식으로 나눌 수 있다. 동기 방식은 BPM-BPSK(Binary Position Modulation-Binary Phase Shift Keying) 변조 방법을 사용하여 비동기식 방식보다 정확한 다중경로 프로파일을 구할 수 있어서 다중경로 환경에서도 레인징 성능이 좋다.

[0005] 연속적인 정현파를 사용하는 기존의 무선통신 시스템과는 달리 IR-UWB 시스템 송신단에서는 1nsec 내외의 매우 좁은 폭을 갖는 펄스 혹은 가우시안 모노사이클 펄스 (Gaussian Monocycle Pulse)를 불연속적으로 전송한다. 이 때문에 IR-UWB 시스템은 데이터 변조 대역보다 훨씬 넓은 대역(수백 MHz ~ 수 GHz)을 사용하여 신호를 전송하고 이로 인해 전력 스펙트럼 밀도를 매우 낮게 하여 도 1에서 나타난 것과 같이 간섭의 영향을 줄일 수 있다. 또한 이러한 펄스의 사용은 다중 경로 페이딩에도 매우 강한 특징을 보이며, 송신할 신호를 변조파에 실어서 이를 상향 변조한 후 증폭하여 전송하는 종래의 기술과는 달리, 기저 대역 신호를 임펄스 열로 변조하여 바로 전송하기 때문에 시스템을 간단하고도 저렴하게 구성할 수 있다.

[0006] IR-UWB 시스템에서 수신기는 송신기와 주파수 및 타이밍 동기를 맞추어야 한다. IR-UWB 시스템은 사용하는 펄스가 수 nsec 이내로 매우 짧으므로 송수신기 사이에 약간의 동기 오류가 발생하더라도 IR-UWB 시스템 성능에 치명적인 영향을 끼치게 된다. 동기화 과정 후 수신기는 채널 추정 및 보상 과정을 통하여 다중경로 다이버시티 이득을 얻어낸다. 이런 모든 초기 동기 알고리즘 및 채널 추정 알고리즘은 수신기 성능에 큰 영향을 미치고 IR-UWB 프레임 첫 부분에 존재하는 프리앰블 심볼을 이용하여 동작한다.

[0007] 종래의 채널 추정 알고리즘은 대부분 채널 추정 앞 단계에 존재하는 주파수 동기가 완벽히 이루어졌다는 가정 하에 채널 추정 부분에만 집중하여 연구되었다. 그러나 실제로는 제한된 프리앰블 심볼 개수 때문에 주파수 동기가 완벽할 수 없다. 따라서 주파수 동기가 수행된 수신 신호에도 상당량의 잔여 주파수 오프셋이 존재하게 된다. 이 잔여 주파수 오프셋은 채널 추정과정에서 성능 저하를 야기 시키고 나아가 전체 수신기 성능에도 큰 영향을 미치는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 채널 추정 과정에서 획득한 다중경로 프로파일을 이용하여 잔여 주파수 오프셋을 추정하고 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋을 보상함으로써 정확한 주파수 동기를 맞추고 동시에 채널 상태 정보에 존재하는 상기 잔여 주파수 오프셋의 영향을 제거하여 채널 추정의 정확성 또한 향상시킬 수 있도록 하는 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0009] 상기의 목적을 이루고 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법은, 초광대역(Ultra Wide Band: UWB)신호에 대한 다중경로 프로파일을 생성하는 단계; 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출하는 단계; 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 통해 잔여 주파수 오프셋을 추정하는 단계; 및 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 잔여 주파수 오프셋을 보정하는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에서, 상기 초광대역(Ultra Wide Band: UWB)신호에 대한 다중경로 프로파일을 생성하는 단계는, 상기 초광대역 신호 및 선정된(predetermined) 프리앰블 신호간의 상호 상관(cross correlation)을 통해 상기 다중경로 프로파일을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에서, 상기 초광대역 신호 수신기는 제1 초광대역 신호 내지 제M 초광대역 신호를 수신하고, 각각의 초광대역 신호당 L개의 다중경로 프로파일을 생성하는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에서, 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출하는 단계는, 제K 초광대역 신호의 제1 프로파일 및 제K+d 초광대역 신호의 제1 프로파일 간의 위상차인 제1 위상차 내지 상기 제K 초광대역 신호의 제L 프로파일 및 상기 제K+d 초광대역 신호의 제L 프로파일 간의 위상차인 제L 위상차를 각각 산출하여, 상기 제1 위상차 내지 상기 제L 위상차 간의 누적 평균값인 제K 값을 산출하는 단계; 상기 제K 값의 산출 단계를 반복 수행하여, 제1 초광대역 신호 및 제1+d 초광대역 신호에 대한 제1 값 내지 제M-d 초광대역 신호 및 제M 초광대역 신호에 대한 제M-d 값을 각각 산출하는 단계; 및 상기 제1 값 내지 상기 제M-d 값의 최대비 결합(Maximal ratio combining)을 통해 상기 제1 초광대역 신호 내지 상기 제M 초광대역 신호에 대한 최종 위상차를 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에서, 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 잔여 주파수 오프셋을 보정하는 단계는, 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋을 이용하여 상기 초광대역 신호의 주파수 동기 오류를 보정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에서, 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 채널 추정 오류를 보정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에서, 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 채널 추정 오류를 보정하는 단계는, 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋에 의한 채널

널 상태 정보의 위상 변화 및 크기 감쇄를 보상하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에서, 상기 초광대역 신호는 UWB-IR(Ultra Wide Band - Impulse Radio) 신호인 것을 특징으로 한다.

효 과

[0017] 본 발명의 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에 따르면, 채널 추정 과정에서 획득한 다중경로 프로파일을 이용하여 잔여 주파수 오프셋을 추정하고 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋을 보상함으로써, 정확한 주파수 동기를 맞출 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0018] 또한, 본 발명의 초광대역 신호 수신기의 채널 추정 방법에 따르면, 채널 상태 정보에 존재하는 잔여 주파수 오프셋의 영향을 제거함으로써, 채널 추정의 정확성을 향상시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0019] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0020] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법의 흐름을 도시한 순서도이다.

[0021] 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기는 초광대역 신호 송신기로부터 상기 초광대역 신호를 수신한다. 상기 초광대역 신호 수신기는 초광대역(Ultra Wide Band: UWB)신호에 대한 다중경로 프로파일을 생성한다(단계(201)).

[0022] 단계(201)에서, 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 초광대역 신호 및 선정된(predetermined) 프리앰블(preamble) 신호간의 상호 상관(cross correlation)을 통해 상기 다중경로 프로파일을 생성할 수 있다. 상기 프리앰블 신호는 당업자의 판단에 따라 적절한 값으로 설정되어 상기 초광대역 신호 수신기에 저장될 수 있다.

[0023] 상기 초광대역 신호는 잔여 주파수 오프셋을 포함할 수 있다. 상기 초광대역 신호는 수학식 1을 통해 구현될 수 있다.

수학식 1

$$r[n] = e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} n} \cdot \sum_{l=0}^{L-1} h_l s[n-l] + w[n]$$

[0024]

[0025] 수학식 1에서 $r(n)$ 은 상기 초광대역 신호이고, Δf 는 상기 잔여 주파수 오프셋이며, $e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} n}$ 은 상기 잔여 주파수 오프셋에 의한 위상 변화를 의미한다. 또한, $s(n)$ 은 송신 신호, $w(n)$ 은 백색 잡음, h_l 은 제 l 번째 채널 계수, L 은 채널의 총 경로수를 의미한다.

[0026] 즉, 상기 초광대역 신호는 상기 잔여 주파수 오프셋에 의한 위상 변화를 포함한다.

[0027] 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 초광대역 신호 및 선정된(predetermined) 프리앰블(preamble) 신호간의 상호 상관(cross correlation)을 통해 상기 다중경로 프로파일을 생성할 수 있다. 상기 다중경로 프로파일은 수학식 2를 통해 구현될 수 있다.

수학식 2

$$\begin{aligned}
 P_m[l] &= E_{RR_{PSS}} \\
 &= \sum_{k=0}^K s_p^*[k] r[n+l+mN_{sym}+kN_{seq}] \\
 &= h_1 \sum_{k=0}^K |s_p[k]|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} (n+l+mN_{sym}+kN_{seq})} + \sum_{k=0}^K s_p^*[k] w[n+l+mN_{sym}+kN_{seq}] \\
 &= h_1 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} (n+l+mN_{sym})} \sum_{k=0}^K |s_p[k]|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} kN_{seq}} + \bar{w}[l]
 \end{aligned}$$

[0028]

[0029]

수학식 2에서 $P_m[l]$ 은 제 m 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일이고, $s_p(k)$ 는 프리앰블 시퀀스이다. 또한, N_{sym} 은 프리앰블 신호의 길이, N_{seq} 는 프리앰블 시퀀스 사이의 거리, k 는 프리앰블 시퀀스의 개수를 의미한다.

[0030]

상기 초광대역 신호 수신기는 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출한다(단계(202)). 단계(202)는, 도 3의 일실시예를 통해 보다 상세히 설명한다.

[0031]

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출하는 방법의 흐름을 도시한 순서도이다.

[0032]

본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기는 초광대역 송신기로부터 L 개의 경로를 통해 제1 초광대역 신호 내지 제 M 초광대역 신호를 수신할 수 있다. 또한, 제 K 초광대역 신호는 상기 L 개의 경로 각각에 대응하는 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일 내지 제 L 번째 경로의 다중경로 프로파일을 포함할 수 있다.

[0033]

본 발명의 일실시예에 따르면 두 다중경로 프로파일 사이의 간격 d 는 당업자의 판단에 따라 설정된다(단계(301)).

[0034]

상기 초광대역 신호 수신기는 제 K 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일과 제 $K+d$ 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출한다(단계(302)). 예를 들어, 상기 초광대역 신호 수신기는 제1 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일과 제 $1+d$ 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출할 수 있다.

[0035]

또한, 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 제1 초광대역 신호의 제2 번째 경로의 다중경로 프로파일과 상기 제 $1+d$ 초광대역 신호의 제2 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출할 수 있다.

[0036]

상기 초광대역 신호 수신기는 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차가 모든 다중경로에서 산출되었는지를 판정한다(단계(303)). 단계(303)에서, 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차가 모든 다중경로에서 산출되지 않은 경우, 상기 초광대역 신호 수신기는 단계(302)로 되돌아 가서, 모든 다중경로에서 위상차가 산출될 수 있도록 한다.

[0037]

예를 들어, 경로의 총 개수가 5개인 경우, 상기 초광대역 신호 수신기가 상기 제1 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일 및 상기 제 $1+d$ 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차 내지 상기 제1 초광대역 신호의 제4 번째 경로의 다중경로 프로파일 및 상기 제 $1+d$ 초광대역 신호의 제4 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차를 각각 산출하였다면 상기 초광대역 신호 수신기는 단계(302)로 되돌아 가서, 상기 제1 초광대역 신호의 제5 번째 경로의 다중경로 프로파일 및 상기 제 $1+d$ 초광대역 신호의 제5 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출한다.

[0038]

또한, 상기 초광대역 신호 수신기가 상기 제2 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일 및 제 $2+d$ 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차 내지 상기 제2 초광대역 신호의 제3 번째 경로의 다중경로 프로파일 및 상기 제 $2+d$ 초광대역 신호의 제3 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차를 각각 산출하였다면 상기 초광대역 신호 수신기는 단계(302)로 되돌아 가서, 상기 제2 초광대역 신호의 제4 번째 경로의 다중경로 프로파일 및 상기 제 $2+d$ 초광대역 신호의 제4 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차 내지 상기 제2 초광대역 신호의 제5 번째 경로의 다중경로 프로파일 및 상기 제 $2+d$ 초광대역 신호의 제5 번째 경로의 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출한다.

[0039] 즉, 단계(302) 및 단계(303)에서, 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 제K초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중 경로 프로파일 및 제K+d 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중 경로 프로파일 간의 위상차 내지 상기 제K 초광대역 신호의 제L 번째 경로의 다중 경로 프로파일 및 상기 제K+d 초광대역 신호의 제L 번째 경로의 다중 경로 프로파일 간의 위상차를 각각 산출할 수 있다.

[0040] 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 제K 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중 경로 프로파일 및 제K+d 초광대역 신호의 제1 번째 경로의 다중 경로 프로파일 간의 위상차 내지 상기 제K 초광대역 신호의 제L 번째 경로의 다중 경로 프로파일 및 상기 제K+d 초광대역 신호의 제L 번째 경로의 다중 경로 프로파일 간의 위상차를 누적평균하여 누적평균값을 구한다(단계(304)).

[0041] 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 누적평균값이 모든 초광대역 신호에 대해 산출되었는지를 판정한다(단계(305)). 단계(305)에서, 상기 누적평균값이 모든 초광대역 신호에 대해 산출되지 않은 경우, 상기 초광대역 신호 수신기는 단계(302)로 되돌아 가서, 모든 초광대역 신호에 대해 누적평균값이 산출될 수 있도록 한다. 예를 들어, 초광대역 신호의 총 개수가 5개인 경우, 5-d개의 초광대역 신호 쌍에 대한 누적평균값을 산출할 수 있다. 상기 5-d개의 초광대역 신호 쌍에 대한 누적평균값을 산출하지 못하였다면, 상기 초광대역 신호 수신기는 단계(302)로 되돌아 가서, 상기 5-d개의 초광대역 신호 쌍에 대한 누적평균값을 산출할 수 있다.

[0042] 즉, 단계(305)에서, 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 누적평균값의 산출 단계를 반복 수행하여, 상기 제1 초광대역 신호 및 상기 제1+d 초광대역 신호에 대한 누적평균값인 제1 값 내지 제M-d 초광대역 신호 및 제M 초광대역 신호에 대한 누적평균값인 제M-d 값을 각각 산출할 수 있다.

[0043] 상기 누적평균값은 수학적 식 3을 통해 구현될 수 있다.

수학적 식 3

$$\begin{aligned} X_i &= \sum_{l=0}^{L-1} P_i^* [l] P_{i+d} [l] \\ &= \sum_{l=0}^{L-1} \left(h_l e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} (n+l+iN_{\text{sum}})} \sum_{k=0}^K |s_p[k]|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} kN_{\text{sum}}} + \bar{w} [l] \right)^* \\ &\quad \cdot \left(h_l e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} (n+l+(i+d)N_{\text{sum}})} \sum_{k=0}^K |s_p[k]|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} kN_{\text{sum}}} + \bar{w} [l] \right) \\ &= \sum_{l=0}^{L-1} \left(|h_l|^2 \left| \sum_{k=0}^K |s_p[k]|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} kN_{\text{sum}}} \right|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} dN_{\text{sum}}} \right) + I_i + W_i \end{aligned}$$

[0044]

[0045] 상기 초광대역 신호 수신기는 제1 초광대역 신호 및 제1+d 초광대역 신호에 대한 누적평균값 내지 제M-d 초광대역 신호 및 제M 초광대역 신호에 대한 누적평균값의 최대비 결합(Maximal ratio combining)을 통해 상기 제1 초광대역 신호 내지 상기 제M 초광대역 신호에 대한 최종 위상차를 산출한다(단계(306)).

[0046] 예를 들어, 초광대역 신호의 총 개수가 5개인 경우, 상기 초광대역 신호 수신기는 제1 초광대역 신호 및 제1+d 초광대역 신호에 대한 누적평균값 내지 제5-d 초광대역 신호 및 제5 초광대역 신호에 대한 누적평균값의 최대비 결합을 통해 상기 제1 초광대역 신호 내지 상기 제5 초광대역 신호에 대한 최종 위상차를 산출할 수 있다.

[0047] 단계(306)은 수학적 식 4를 통해 구현될 수 있다.

수학적 식 4

$$\begin{aligned} &\angle \left(\sum_{i=0}^{M-d-1} X_i \right) \\ &= \angle \left(\sum_{i=0}^{M-d-1} \left(\sum_{l=0}^{L-1} \left(|h_l|^2 \left| \sum_{k=0}^K |s_p[k]|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} kN_{\text{sum}}} \right|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} dN_{\text{sum}}} \right) + I_i + W_i \right) \right) \\ &= \angle \left((M-d) \sum_{l=0}^{L-1} \left(|h_l|^2 \left| \sum_{k=0}^K |s_p[k]|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} kN_{\text{sum}}} \right|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} dN_{\text{sum}}} \right) + \bar{I} + \bar{W} \right) \end{aligned}$$

[0048]

$$= \angle \left((M-d) \left| \sum_{k=0}^K |g_p[k]|^2 e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} k N_{\text{sym}}} \right|^2 \left(\sum_{l=0}^{L-1} |h_l|^2 \right) e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} d N_{\text{sym}}} + \hat{f} + W \right) \\ \approx 2\pi \frac{\Delta f}{f_s} d N_{\text{sym}}$$

[0049]

[0050]

다시 도 2를 참조하면, 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 다중경로 프로파일 간의 위상차를 통해 잔여 주파수 오프셋을 추정한다(단계(203)). 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋은 수학식 5를 통해 구현될 수 있다.

수학식 5

$$\Delta \hat{f} = f_s \cdot \frac{\angle \left(\sum_{i=0}^{M-1-d} K_i \right)}{2\pi d N_{\text{sym}}}$$

[0051]

[0052]

상기 초광대역 신호 수신기는 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 잔여 주파수 오프셋을 보정한다(단계(204)). 단계(204)에서, 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋을 이용하여 상기 초광대역 신호의 주파수 동기 오류를 보정할 수 있다.

[0053]

또한, 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 잔여 주파수 오프셋을 통해 상기 초광대역 신호의 채널 추정 오류를 보정할 수 있다. 즉, 상기 초광대역 신호 수신기는 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋에 의한 채널 상태 정보의 위상 변화 및 크기 감쇄를 보상할 수 있다. 상기 채널 추정 오류를 보정하는 과정은 수학식 6을 통해 구현될 수 있다.

수학식 6

$$\hat{h}[l] = \sum_{m=0}^{M-1} P_m[l] \cdot e^{j2\pi \frac{\Delta \hat{f}}{f_s} (M-1-m) N_{\text{sym}}} \\ = \tilde{h}_l G \sum_{m=0}^{M-1} e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} m N_{\text{sym}}} \cdot e^{j2\pi \frac{\Delta \hat{f}}{f_s} (M-1-m) N_{\text{sym}}} + \sum_{m=0}^{M-1} W[l] \cdot e^{j2\pi \frac{\Delta \hat{f}}{f_s} (M-1-m) N_{\text{sym}}} \\ = \tilde{h}_l G \sum_{m=0}^{M-1} e^{j2\pi \left(\frac{\Delta f}{f_s} m + \frac{\Delta \hat{f}}{f_s} (M-1-m) \right) N_{\text{sym}}} + W$$

[0054]

[0055]

수학식 6에서 $\hat{h}[l]$ 은 추정된 채널 상태 정보를 의미한다. $\Delta \hat{f}$ 와 Δf 가 같은 경우, 상기 채널 추정 오류 $e^{j2\pi \left(\frac{\Delta f}{f_s} m + \frac{\Delta \hat{f}}{f_s} (M-1-m) \right) N_{\text{sym}}} = e^{j2\pi \frac{\Delta f}{f_s} (M-1) N_{\text{sym}}}$ 는 m에 관계없이 일정한 위상을 갖는 복소수가 되어 M개의 초광대역 신호의 다중경로 프로파일을 누적하는 과정에서 발생하는 크기 감쇄가 제거될 수 있다.

[0056]

이와 같이, 본 발명에 따른 채널 추정 방법에 따르면, 두 다중경로 프로파일 사이의 위상차를 통해 잔여 주파수 오프셋을 추정할 수 있다. 상기 다중경로 프로파일 사이의 위상차를 보다 정확하게 산출하기 위하여 동일한 거리를 갖는 하나 이상의 쌍의 다중경로 프로파일에서 산출한 위상차를 누적할 수 있다. 상기 추정된 상기 잔여 주파수 오프셋을 보정함으로써 정확한 주파수 동기를 맞추고 동시에 채널 상태 정보에 존재하는 잔여 주파수 오프셋의 영향을 제거하여 채널 추정의 정확성 또한 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.

[0057]

본 발명에 따른 채널 추정 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 상기 매체는 프로그램 명령, 데이터 구조 등을 지정하는 신

호를 전송하는 반송파를 포함하는 광 또는 금속선, 도파관 등의 전송 매체일 수도 있다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

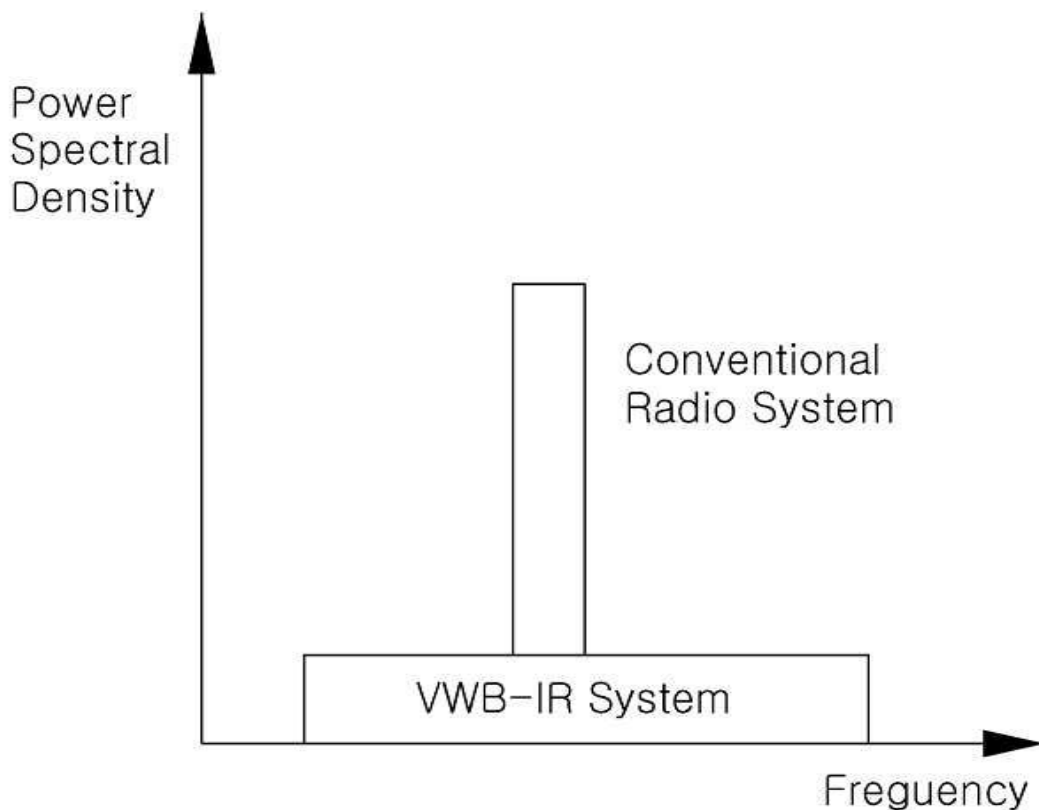
- [0058] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

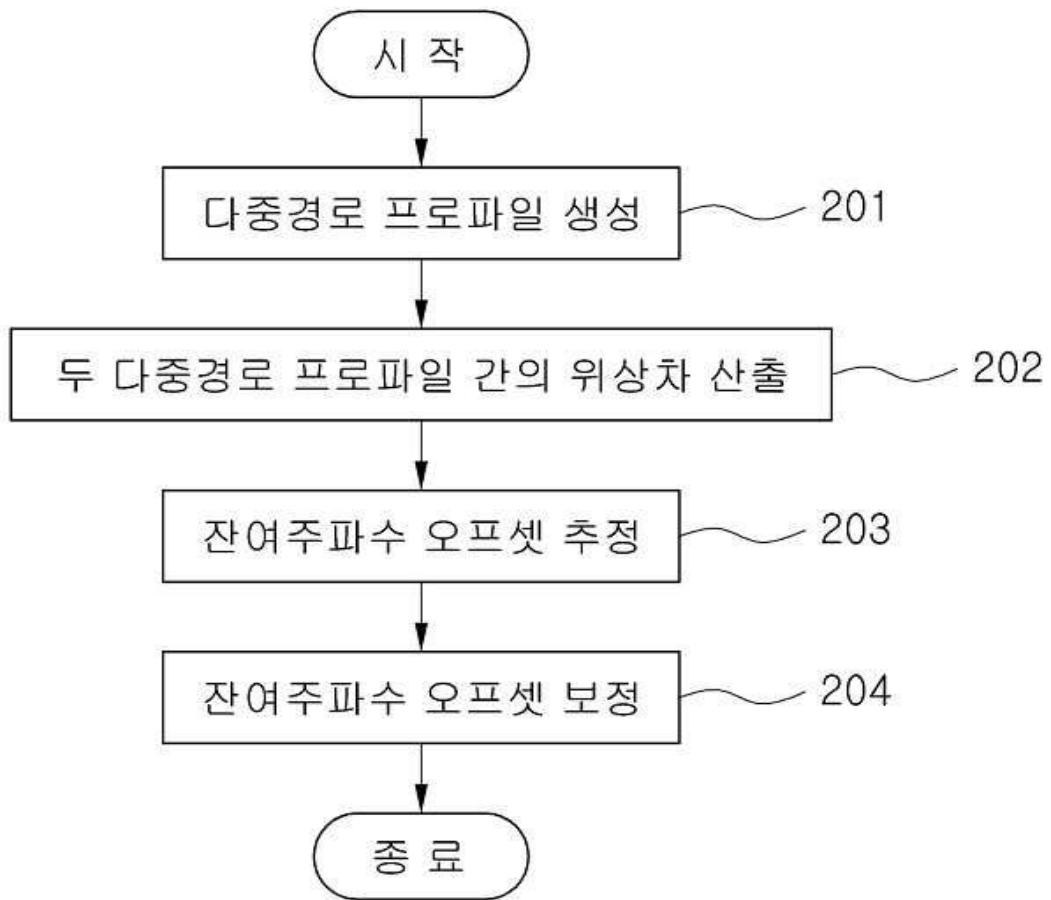
- [0059] 도 1은 초광대역 임펄스 라디오 시스템의 스펙트럼과 기존 무선 시스템의 스펙트럼을 비교한 도면.
 [0060] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 초광대역 신호 채널 추정 방법의 흐름을 도시한 순서도.
 [0061] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 초광대역 신호 수신기의 다중경로 프로파일 간의 위상차를 산출하는 방법의 흐름을 도시한 순서도.

도면

도면1



도면2



도면3

