

중계기 도움방식의 실내 GPS 신호 획득 및 추적

A Repeater-Assisted Indoor GPS Signal Acquisition and Tracking

송 하 영, 임 성 혁, 지 규 인*
(Ha-Yeong Song, Sung-Hyuck Im, and Gyu-In Jee)

Abstract : A new method to deal with GPS indoor positioning by means of time synchronized switching GPS repeater has been developed by authors[1]. But the developed indoor positioning system has problems. Therefore, we proposed a method for indoor positioning using GNSS Repeater-Assisted. To solve the 3-dimensional user's position, the 4 or more retransmission antennas are needed in the previously proposed methods. If a GPS repeater periodically transmits the signal like as pseudolite, the information for assisting an acquisition and tracking can be informed to receiver. Then, the user position can be calculated using the induced weak signal. The advantage of the proposed algorithm is use of only 1 re-transmission antenna because the re-transmitted signal are not used for positioning but used for assisting an acquisition and tracking weak signals induced indoor. We analyze the propose algorithms through the experiment and performed the test of feasibility.

Keywords : indoor positioning, GPS repeater, repeater-assisted, AGPS

I. 서론

GPS를 이용한 실내 측위는 최근 많은 연구가 진행되고 있는 분야이다. 건물 내부에서 GPS 신호는 약 5~30dB정도 감쇄되므로 일반적인 GPS 수신기를 이용하면 신호 획득 또는 신호 추적이 어려워진다. 이를 극복하기 위한 몇 가지 실내 측위 방법이 제시되었다.

첫째로 의사 위성(pseudolite)을 이용할 수 있다. 실내 측위를 위해서는 적어도 4개 이상의 의사 위성을 필요로 하며, 사용자와 위성간의 가시선이 확보되어야 한다. 또한 의사 위성 간의 시각동기가 요구된다. 이러한 기술의 필요로 인해 의사 위성은 상대적으로 고가의 장비이므로 상용화에 어려움이 있다. 둘째로는 망 도움(network assisted) 방식의 GPS 측위 방법이 있다[3]. 측위 서버로부터 도움정보를 수신 받아 긴 적산을 수행함으로써 미약신호를 검출할 수 있는 능력을 개선시킨 방법이다. 이 방법 또한 신뢰성과 이용 가능성 측면에서 만족할 만한 수준이 아니며 측위 서버와 같은 추가적인 인프라가 구축되어야 한다. 마지막으로 시각 동기 스위칭 GPS 중계기를 이용한 GPS실내 측위 방법이 있다[1,4]. 이 방법은 다수의 재송신 안테나를 이용하여 GPS 신호를 스위칭을 통한 시분할 방식으로 전송하는 방법이다. 이 방식은 스위칭에 의한 항법 데이터 복조의 어려움과 코드 추적 대역폭 증가에 따른 의사거리 오차 증가 등의 문제점이 있다.

본 논문에서는 GNSS 중계기를 실내 측위를 위한 도움 정보를 제공하는 수단으로 사용하는 방법을 처음으로 제안하였다. 일반적인 도움 방식 GPS에서는 통신 수단을 통해 도플러, 코드 위상, 위성궤도와 같은 정보를 수신기에 제공하여 신호 획득 및 추적에 도움을 주는데 비해 제안하는 방식은 실내로 외부의 강한 신호를 재 전송함으로써 간접적으로 수신기가 실내의 미약 신호를 수신하는데 도움을 제공한다. 수

신기는 실내 재전송 안테나로부터 일정기간 동안 송출되는 강한 신호를 수신하여 위성신호에 대한 정보를 얻은 다음 재전송 안테나의 신호가 차단된 기간 동안 이 정보를 바탕으로 실내의 미약신호를 계속적으로 추적하게 된다. 이 방법은 기존 방법과는 달리 미약신호의 획득 및 추적에 필요한 도움정보를 간접적으로 제공하기 위해서 사용하기 때문에 하나의 재전송 안테나만 필요하다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. II장에서는 GNSS 중계기 도움방식의 실내 GPS 측위에 대해서 설명하였고 III장에서는, 제안한 방식을 실험을 통해 성능을 확인하였고 사용가능성에 대하여 평가하였다. 신호대잡음비와 데이터 유효성을 통해 성능을 평가하였고 재전송 신호의 다양한 주기에 따른 실험을 수행하였다. 본 연구에서는 실내측위를 위한 보정 정보 제공 수단으로서의 중계기 사용 가능성을 검토하였기 때문에 실내 측위의 정확도는 고려하지 않았다. 실내 측위의 정확도는 다중경로 완화 기술에 의해서 어느 정도 개선될 수 있을 것이다.

II. 중계기 기반 도움방식 GPS

실내에서 수신된 GPS 신호는 약 5~30dB정도 감쇄되므로 신호의 획득 및 추적이 어렵게 된다. 최근 실내 미약신호 환경에 대응하기 위한 고감도 수신기 기술이 상용화 되어 있으나 아직도 실내에서 GPS 신호 수신은 쉽지 않은 일이다. 일반적인 고감도 수신기들은 일단 GPS 위성신호를 수신한 이후 신호의 세기가 약해지는 경우에 있어서 어느 정도까지 신호를 계속 추적할 수 있다. 이것은 추적하고자 하는 위성 신호에 대한 정보를 바탕으로 동기 및 비동기 적산을 길게 수행함으로써 수신 감도를 높일 수 있기 때문이다. 그러나 이러한 경우에 있어서도 어느 정도 시간이 지나게 되면 위성 신호를 놓치게 된다. 이러한 현상의 주된 이유로 시간에 따른 도플러의 변화, 가시 위성의 변화 등을 생각할 수 있다. 따라서 일정한 시간을 주기로 위성에 대한 정보를 새롭게 제공해 준다면 수신기는 위성을 계속적으로 추적할 수 있을 것이다.

중계기 기반 도움방식 GPS는 중계기와 재전송 안테나를

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2007. 12. 31., 채택확정 : 2008. 6. 16.

송하영, 임성혁, 지규인 : 건국대학교 전자·정보통신공학과
(lafrentz@konkuk.ac.kr/shim@konkuk.ac.kr/gijee@konkuk.ac.kr)

※ 본 연구는 교육자원부 BK21사업의 지원에 의하여 연구되었음.

통해 실외 안테나에서 수신한 GPS신호를 실내 GPS 수신기로 전송함으로써 수신기가 위성신호를 수신할 수 있도록 하여 PRN, 도플러, 코드 위상, 항법 데이터 등에 관련된 정보를 얻을 수 있도록 한다. 실내 수신기가 재전송된 위성 신호를 이용하여 위치를 구할 수 있도록 한 뒤, 중계기 신호를 차단하여 이 이후부터는 실내 GPS 수신기가 자신이 가지고 있는 위성 및 위성신호에 관한 정보를 이용하여 실내의 미약 신호를 계속 추적하여 항법 계산을 수행하도록 한다. 중계기의 신호가 송출되는 동안 수신기가 계산한 위치는 외부 GPS 안테나의 위치이지만 중계기 신호 송출이 중지된 이후의 위치는 비록 실내 다중경로 환경 때문에 오차는 크지만 실내 수신기의 실제 위치이다. 주기적으로 일정 시간 동안 중계기 신호를 실내로 송출하게 함으로써 실내에 위치한 수신기가 계속해서 신호를 수신할 수 있도록 도움을 준다.

중계기 도움방식 GPS는 일반적인 도움방식 GPS(assisted-GPS)에 비해 쉽게 구현할 수 있다는 장점이 있다. 도움방식 GPS는 무선망, 기준국, 측위 서버 등 인프라의 구축이 필요하다. 하지만, 중계기 도움방식 GPS는 무선망 등의 복잡한 추가 인프라가 필요 없이 하나의 재전송 안테나와 중계기만으로 간단하게 구성할 수 있다. 그러나 중계기 도움방식 GPS는 중계기 신호가 송출되는 동안의 위치정보는 실제 수신기 위치가 아니기 때문에 이 때는 실내 수신기의 위치정보를 제공할 수 없다는 단점이 있다. 따라서 중계기의 외부 신호 송출 시간을 최대한 짧게 하면서 실내 수신기의 연속적인 실내 측위 가능성을 최대로 유지할 수 있도록 운영되어야 한다.

III. 중계기 도움방식 GPS의 실내 신호 획득

GPS 중계기를 이용한 실내로의 주기적인 신호 송신을 위한 장치를 구성하고 이를 이용한 위성신호 획득에 대해 설명한다.

1. GNSS 중계기를 통한 주기적인 신호 송신

본 논문에서 제안한 방법을 실험하기 위하여 스위칭 중계기를 사용하였다. 중계기는 그림 1과 같다. 중계기는 신호의 감쇄를 보상하기 위하여 증폭기능이 있어야 하며, 한 순간 한 곳에서의 신호만을 송신하도록 하는 스위칭 기능이 있어야 한다. 또한 스위칭 주기는 임의로 조절 가능해야 한다. 이러한 스위칭 기능을 이용하여 주기적인 중계기 신호를 생성할 수 있다. 그림 2와 같이 주기를 임의로 선택할 수 있는



그림 1. 스위칭 GPS 중계기.
Fig. 1. A switching GPS repeater.

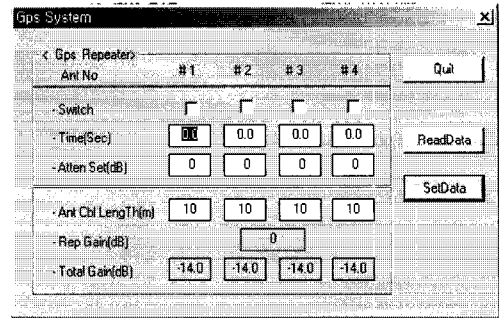


그림 2. 중계기 설정 프로그램.
Fig. 2. Repeater control program.

제어 프로그램을 통해 중계기 신호의 주기를 설정한다. 스위칭 중계기와 재전송 안테나를 통하여 실외 안테나로 수신한 위성 신호를 실내 수신기에 주기적으로 전송한다. 기존의 중계기 기반 측위 방식에서는 재전송 안테나를 사용하여 3차원의 위치를 구해야 하기 때문에 4개의 재전송 안테나가 필요했다. 그러나 새로운 방식에서 재전송 안테나는 위치를 구하기 위해 직접적으로 사용되지 않고, 실내 수신기에 정보를 제공하는 수단으로 사용되므로 하나의 재전송 안테나만 사용한다.

2. 재송신 신호 획득

실외 안테나에서 수신한 위성신호를 중계기와 재전송 안테나를 통해 실내로 전송한다. 실내로 재전송된 중계기 신호는 위성으로부터 실내로 직접 전송되는 신호에 비해 신호의 세기가 크다. 따라서 중계기 신호의 획득 및 추적 그리고 항법 계산을 어렵지 않게 수행할 수 있다.

일정한 시간 후 중계기 신호가 차단 되면 수신기는 실내에서 수신되는 위성의 미약신호를 추적하게 된다. 이 순간 실내 재전송 안테나를 통해 전송된 위성신호의 경로와 위성으로부터 직접 실내로 전송된 경로 사이에 차이가 존재하게 되며, 이에 따라 도플러와 코드 위상에 순간적인 변화가 발생하게 된다. 일반적으로 이 차이는 비교적 크지 않기 때문에 수신기는 큰 문제 없이 위성신호를 계속 추적할 수 있다. 그러나 위성신호의 세기가 급격하게 감쇄한 경우에는 계속적

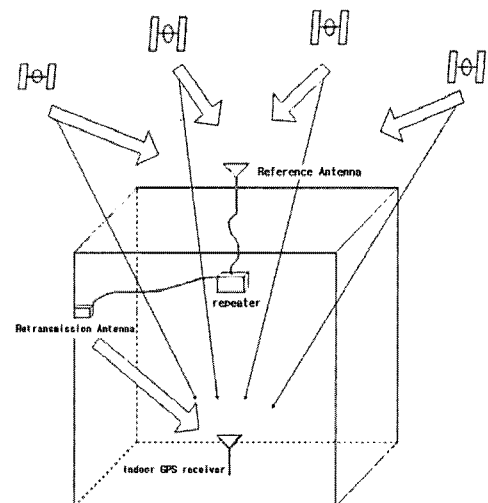


그림 3. 중계기를 이용한 GPS신호 재전송.
Fig. 3. GPS signal re-transmission using repeater.

인 신호추적이 불가하다. 이러한 경우, 수신기의 코드 추적루우프의 대역폭 조절을 통하여 중계기 신호의 송신 차단 혹은 재송신에 따른 순간적인 코드 위상 변화에 대처할 수 있다. 수신기 내부를 수정할 수 있는 소프트웨어 수신기를 이용하여 구현할 수 있다.

IV. 실험 및 결과

중계기 신호의 도움정보를 통해 GPS 수신기의 실내 측위 가능성을 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 본 실험은 건국대학교 공과대학 건물 3층에 위치한 연구실에서 수행하였다. 실내 중앙에 GPS 수신기와 중계기를 설치하고, 외부 안테나는 5층 옥상에 설치하였다.

실내 GPS 수신기는 SIRF Star III 칩을 내장한 HOLUX사의 GR-213과 SysOnChip사의 SmartBlue를 사용하였다. SIRF Star III는 고감도 수신칩으로 실내 미약신호의 획득 및 추적을 위한 알고리즘이 적용되어 있다. 따라서 중계기 도움신호를 일 반적인 GPS 수신기에 비해 효과적으로 활용할 수 있다. GPS 수신기에서 제공되는 SIRF 바이너리 프로토콜을 이용하여 수신 결과를 분석하였다.

중계기 신호의 유무에 따른 cold start 비교 실험과, 다양한 송신 주기의 중계기 신호에 따른 신호 획득 및 추적 성능을 비교하였다. 마지막으로, 중계기 신호를 주기적으로 인가하고 12시간 동안 실내 GPS 수신기를 동작하여 주기적으로 제공되는 간접적 도움정보에 따른 실내 위치해 유지 성능을 비교하였다.

1. 중계기 도움신호와 Cold Start

그림 4는 중계기 신호의 도움 없이 실내에서 수신기를 cold start한 경우 수신된 위성 신호의 SNR 값을 나타낸다. 신호의 세기가 15~20dBHz 정도의 미약신호까지 수신기가 추적할 수 있는 것을 보여주고 있으며, 신호 획득 및 추적이 가능한 위성이 두 개 밖에 되지 않았다. 또한 수신 가능 시간도 제한적이었다. 따라서 도움정보 없이 실내 수신기 만으로는 위치를 구할 수 없었다.

중계기 신호의 도움 없이 실내에서 cold start를 한 뒤, 중간에 중계기의 신호를 인가한 경우 수신된 위성 신호의 SNR은 그림 5(a)와 같다. 약 700초부터 중계기 신호를 인가하여 실내 수신기가 위치해를 구하도록 100초간 인가한 뒤, 약 800초에 중계기 신호를 차단하였다. 수신기는 중계기 신호를 이용하여 위성 신호를 획득 및 추적하였다. 또한 항법 데이터를 추출하고, 위치해를 계산할 수 있었다. 이때 계산된 위치해는 실외에 설치된 안테나의 위치이다. 중계기 신호가 차단된 이후에도 수신기는 계속해서 위성신호를 수신할 수 있는 것을 보여주고 있다.

실내 수신기의 위치해 계산 가능성은 그림 5(b)와 같다. 수신기에서 제공하는 SIRF 바이너리 프로토콜의 message ID 41의 Nav Valid를 참고하여 데이터 유효성을 판단하였다. 데이터 유효값이 1일 경우, 3개 이상의 위성이 추적 가능하고 항법 데이터의 추출이 가능하므로, 수신기에서 제공하는 위치해가 유효함을 의미한다. 반대로 데이터 유효값이 0인 경우는 수신기가 위치해를 계산할 수 없음을 의미한다. 중계기 신호가 차단된 이후에도 불안정하지만 위치해를 유지하는 경향을 보인다. 실내 위치해의 정확도 및 신뢰성은 다중경로

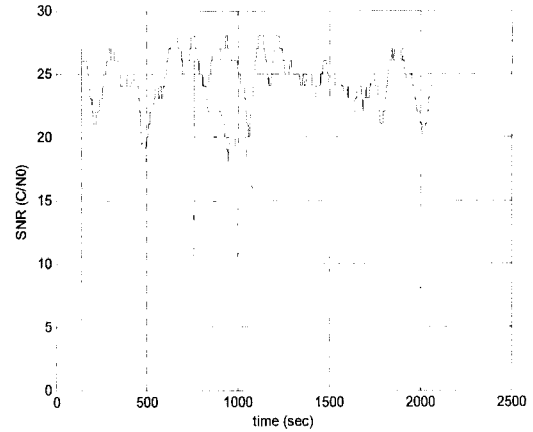
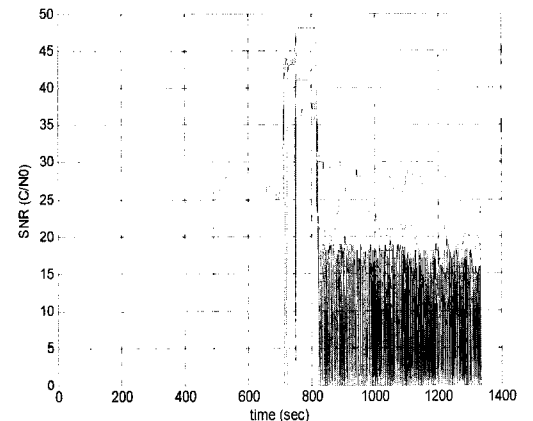
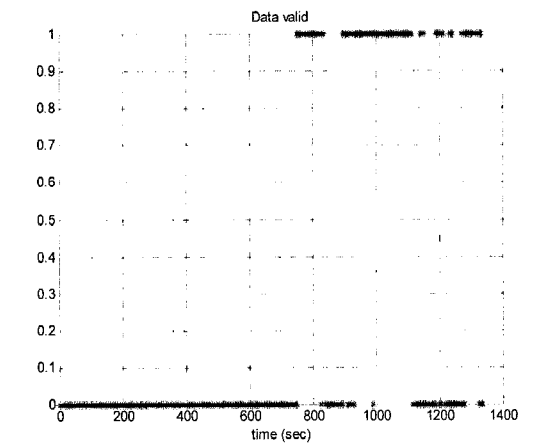


그림 4. 중계기 도움 없이 cold start를 한 경우 SNR.
Fig. 4. Satellite's SNR when cold start without repeater-assisted.



(a) SNR



(b) 데이터 유효성

그림 5. 중계기 신호를 인가한 경우 SNR과 데이터 유효성.
Fig. 5. Satellite's SNR and data valid when repeater-assisted.

및 수신 신호세기에 따라 달라지게 되지만 이 논문에서는 고려하지 않기로 하고 우선 실내 측위를 위한 도움정보 제공 수단으로서의 중계기의 사용 가능성을 검토하였다.

중계기 신호 없이 cold start를 한 경우에는 위치해를 전혀 구할 수 없었지만 중계기 신호를 통해 위치해를 일단 구한 뒤에는 중계기 신호 없이도 간접적인 도움정보를 바탕으로 위치해를 계속 유지하는 경향을 확인 하였다. 또한 실내 수신기만으로 획득할 수 없는 위성을 중계기 신호의 도움정보

를 통해 획득 및 추적이 가능하였고 또한 추출된 항법 데이터를 통해 각 위성에 대한 정보를 이용할 수 있었다.

2. 주기적인 중계기 신호에 따른 신호 추적

위의 실험을 통해 중계기 신호의 간접적 도움정보를 이용한 실내 측위의 가능성을 확인할 수 있었다. 그러나 중계기를 통해 전송되는 GPS 신호를 이용해서 계산한 위치는 외부 안테나의 위치이므로 이 동안의 수신기 위치는 실제 위치와는 다른 정보를 주게 된다. 이를 해결하기 위해서는 중계기 신호의 송신 시간을 최소화하면서 실내 수신기에 최대한 도움 정보를 제공하여야 한다. 효율적인 중계기 사용을 위해 중계기의 위성 신호 송신 주기에 따른 수신 성능을 비교하였다.

중계기 신호가 인가된 상태에서 수신기가 cold start를 수행하여 위치해를 구한 뒤, 중계기 신호를 주기적으로 일정 시간 동안만 송신하면서 실험을 수행하였다. 그림 6(a)는 중계기 신호를 인가하지 않았을 경우의 데이터 유효성이고 그림 6(b)는 중계기 신호를 2초 동안 인가하고 이후 5초 동안 차단하는 주기로 실험한 경우의 데이터 유효성을 나타낸다. 두 결과를 통해 주기적으로 중계기 신호를 인가할 경우 실내에서도 안정적으로 오랜 시간 동안 위치해를 제공할 수 있음을 확인할 수 있다.

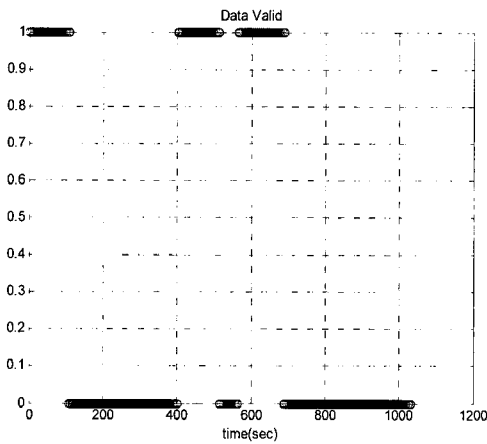
실내 수신기가 특정한 시간 동안 중계기 신호를 받았을 때의 위치해 유지 경향을 비교하기 위해, 중계기 신호를 켜

스 형태로 1초, 2초, 3초, 4초, 5초, 그리고 10초 동안 인가한 각각의 경우에 대해 5초와 10초의 차단 주기를 각각 설정하여 총 12가지 경우에 대해 실험하였다. 중계기 신호가 일단 인가되면 수신기는 신호 추적과 위치해 계산을 계속 수행할 수 있었다. 그러나 중계기 신호 수신 시간에 비례하여 중계기 신호가 꺼진 시간 동안 수신기의 신호추적 지속 상태가 증가하지는 않았다. 즉, 중계기 신호 인가 시간의 크기가 수신기의 신호추적 지속시간에 큰 영향을 주지 않음을 확인할 수 있었다.

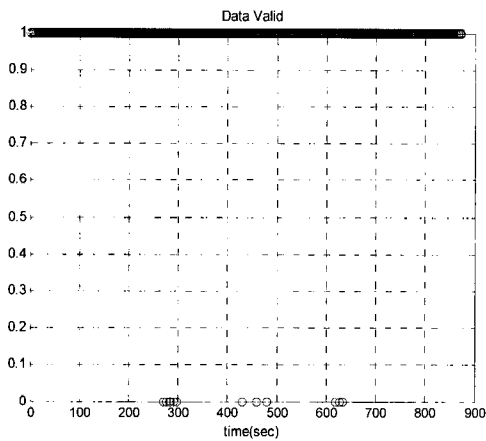
중계기 도움 신호는 위성신호의 추적상태를 놓친 경우, 혹은 신호 획득을 위한 최소 신호세기 이하의 위성을 획득하지 못할 경우에 매우 유용한 도움정보로 사용된다. 그러나 일단 중계기 신호를 인가 받은 후에, 위성 신호 추적 및 유지 여부는 수신되는 위성 신호의 세기에 큰 영향을 받는다. 실내에서의 위성 신호 세기가 약 16dBHz 이상 유지 되는 경우 중계기 신호가 차단된 이후에도 위성 신호를 추적을 계속 유지하고 위치해를 계산할 수 있음을 실험을 통해 확인하였다.

3. 장시간 중계기 운영 실험

장시간 실내에서 중계기를 도움방식으로 사용했을 경우의 실내 측위 가능성 및 성능을 보기 위해서 중계기 신호의 인가 없이 12시간 동안 실내에서 수신기를 동작 시킨 경우와 주기적으로 중계기 신호를 인가했을 경우의 실내 수신기 성

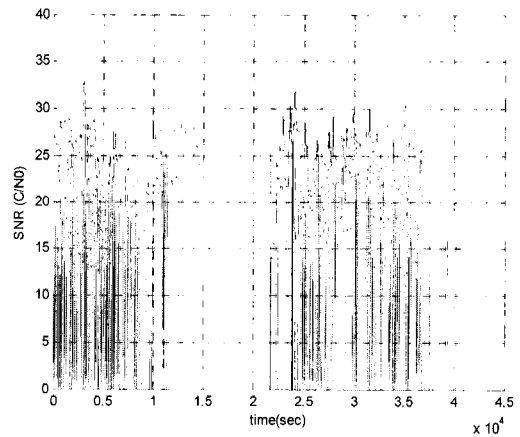


(a) 중계기 신호가 없는 경우의 데이터 유효성

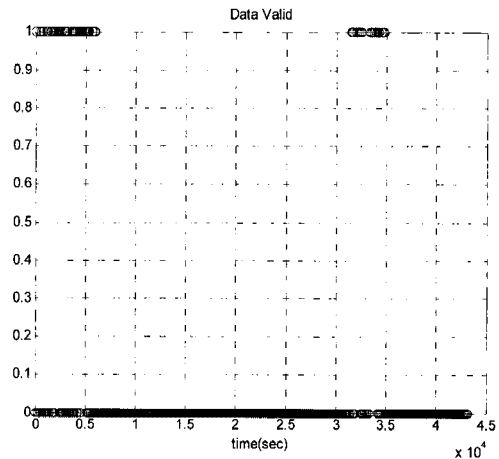


(b) 2초간 중계기 신호를 인가한 경우 데이터 유효성

그림 6. 중계기 신호 유무에 따른 데이터 유효성.
Fig. 6. Data valid with/without repeater-assisted.



(a) SNR



(b) 데이터 유효성

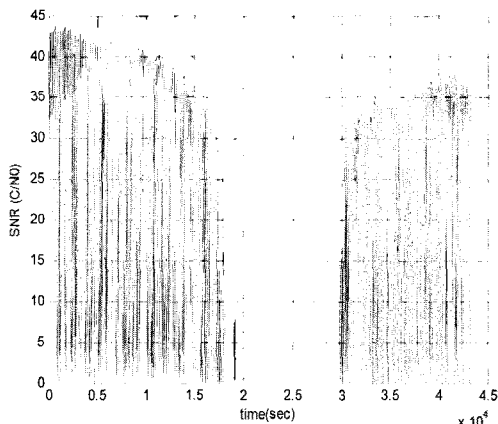
그림 7. 중계기 신호가 없는 경우 SNR과 데이터 유효성.
Fig. 7. Satellite's SNR and data valid when without repeater-assisted.

능을 비교하였다. 실험 환경을 최대한 동일하게 구성하기 위하여 위성 궤도의 한 주기인 12시간 동안 각 실험을 진행하였다.

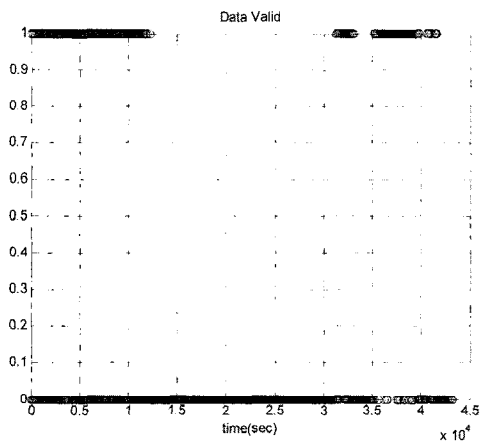
그림 7은 중계기 신호를 초기에만 인가한 경우 실내 수신기의 SNR과 위치해 유지 결과이다. 초기에 중계기 신호를 통해 실내 위치해를 계산하고, 추출한 항법 데이터를 이용하여 이후 약 6000초 동안 위치해를 계산할 수 있음을 확인할 수 있다. 위치해를 구하는 동안 사용하는 위성들의 SNR은 그림 7(a)와 같다.

그림 7(b)에서 약 30000초 이후에 잠시 위치해를 다시 계산할 수 있음을 확인할 수 있다. 이는 실내로 들어오는 GPS 신호 중 3개 이상의 위성을 획득할 수 있었기 때문이다. 하지만 중계기의 간접적인 도움정보를 제공받지 못하기 때문에 위성의 SNR이 감소함에 따라 위성 신호를 추적하지 못하게 되고, 더 이상 위치해 계산이 불가능해진다.

그림 8은 주기적으로 5초 동안 중계기 신호를 인가하고, 30초간 차단한 경우의 SNR값과 데이터 유효성을 나타낸다. 그림 8(a)의 SNR값은 위치해 계산에 사용되는 위성만을 나타내기 때문에 20000초에서 30000초 구간에서 획득 및 추적되는 위성은 그림에 나타나지 않았다. 그림 7(b)와 그림 8(b)를 비교하면, 중계기 신호를 이용하는 경우 위치해를 보다 오랜 시간 동안 계산할 수 있음을 확인할 수 있다.



(a) SNR



(b) 데이터 유효성

그림 8. 5초 동안 중계기 신호를 인가한 경우 SNR과 데이터 유효성.

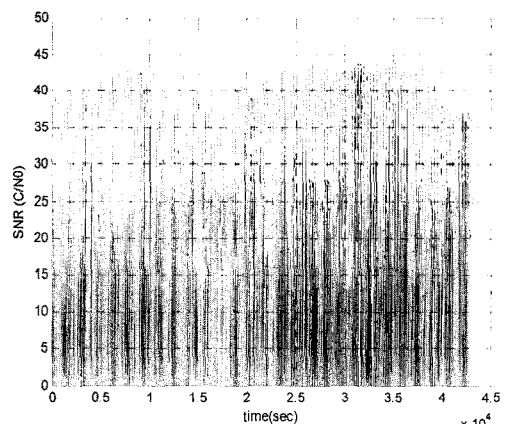
Fig. 8. Satellite's SNR and data valid when repeater-assisted 5secs.

표 1은 중계기 신호의 인가 시간과 실내 수신기가 위치해를 계산할 수 있는 시간, 그리고 총 실험 시간과 위치해 유지 시간의 비율을 나타낸다. 전체적으로 중계기 신호가 없는 경우와 비교했을 때, 위치해 계산 가능성이 향상되었지만 중계기 신호가 인가됨에도 불구하고 약 15000초 이후, 오랜 시간 동안 위치해를 계산할 수 없었다. 이는 중계기 신호가 인가되는 짧은 시간 동안 새로운 위성 신호의 획득 및 추적을 수행하지 못했기 때문이다. 실험 초기에 획득 및 추적하던 위성들이 시간의 경과에 따라 사라진 이후, 중계기 신호가 충분한 시간 동안 인가되지 않기 때문에 새로운 위성 신호를

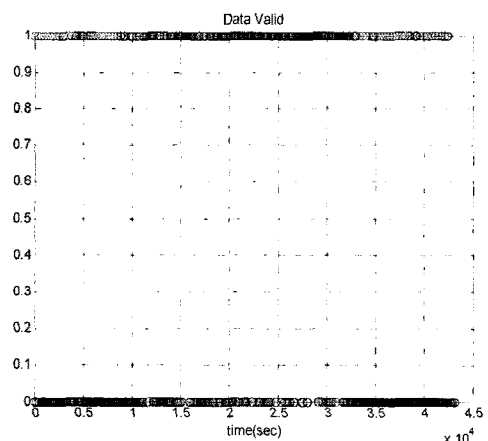
표 1. 주기적인 중계기 신호 인가에 따른 결과.

Table 1. Result of periodically transmitted repeater-assisted.

	Assisted time (Repeater on time)	Data Valid time	Data Valid time (per 12hours)
No Assisted	0s	5076s	11.748%
1s on/ 10s off	3927s	11413s	26.420%
3s on/ 30s off	3927s	7123s	16.489%
5s on/ 30s off	6171s	9677s	22.404%
10s on/ 60s off	6171s	8066s	18.668%
15s on/ 300s off	2057s	16287s	37.705%



(a) SNR



(b) 데이터 유효성

그림 9. 15초 동안 중계기 신호를 인가한 경우 SNR과 데이터 유효성.

Fig. 9. Satellite's SNR and data valid when repeater-assisted 15secs.

획득 및 추적하지 못한 것으로 생각한다.

그림 9는 중계기 신호를 5분 간격으로 15초간 주기적으로 인가할 때의 실내수신기의 SNR과 위치해 계산 결과를 나타낸다. 일정 기간 동안 위성을 완전히 추적하지 못하는 앞서 수행한 실험결과와 다르게 경우는 12시간 동안 일정한 비율을 계속 유지하면서 위치해를 계산할 수 있음을 확인하였다. 15초 동안 중계기 신호를 5분 주기로 12시간 운영한 결과 38%의 시간 구간 동안 위치해를 구할 수 있음을 실험을 통하여 확인하였다. 중계기를 사용하지 않는 일반적인 실내 측위 경우보다 약 3.5배 정도의 가용성의 증가를 얻을 수 있었다. 그러나 전체적인 실내 측위의 가용성이 높지는 않았다.

이상의 실험을 통해 중계기 도움 방식 GPS 실내측위의 가능성을 확인하였다.

V. 결론

본 논문에서는 중계기를 이용한 실내 미약신호의 획득 및 추적을 위한 도움 방식 GPS 실내측위 방식을 제안하였고 중계기와 재전송 안테나를 이용한 GPS 실내 측위의 가능성에 중점을 두고 연구를 수행하였다.

일반적으로 수신기가 실내에서 Cold Start를 하는 경우 대

부분 위치해를 구할 수 없다. 그러나 중계기 신호의 도움을 통해 실내 수신기가 위치해를 구하도록 한 뒤 중계기 신호를 차단하는 경우 계속해서 일정 기간 동안 실내 측위가 가능하다는 것을 확인하였다. 제안한 방식은 기존 도움 방식 GPS에 비하여 간단하게 구현이 가능하다는 장점이 있다.

향후 추적루우프 대역폭 조정 등을 통한 신호 추적 성능 및 위치 정확도 개선에 대한 연구가 필요하다.

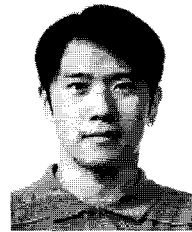
참고문헌

- [1] G-I. Jee, J.-H. Lee, and S.-H. Im, "Indoor positioning using time synchronized switching GPS repeater," *ION GNSS 2005*, 2005.
- [2] S.-H. Im and G.-I. Jee, "An indoor positioning system using time-delayed GPS repeater," *ION GNSS 2006*, 2006.
- [3] G Djuknic and R. Richton, "Geolocation and assisted GPS," *IEEE Computer*, February 2001.
- [4] Julien CARATORI, Marc FRANCOIS, and Nel SAMAMA, "UPGRADE: An indoor positioning system using a standard GPS receiver," *ION GPS/GNSS 2003*, 2003.
- [5] E. D. Kaplan, *Understanding GPS Principles and Applications*, Artech House, London, 1996.



송 하 영

2007년 건국대학교 전자정보통신공학과(공학사). 2007년~현재 건국대학교 전자정보통신공학과 석사과정 재학중. 관심분야는 소프트웨어 GPS, 실내측위, 모바일로봇.



임 성 혁

2003년 건국대학교 전자정보통신공학과(공학사). 2005년 건국대학교 전자정보통신공학과(공학석사). 2006년~현재 건국대학교 대학원 전자정보통신공학과 박사과정 재학중. 관심분야는 소프트웨어 GPS, GPS anti-jamming, GPS 신호처리, 결합 항법.

리, 결합 항법.



지 규 인

1982년 서울대학교 제어계측공학과(공학사). 1984년 서울대학교 제어계측공학과(공학석사). 1989년 Case Western Reserve Univ. System and Control Engineering(공학박사). 1992년~현재 건국대학교 전자공학부 교수. 관심분야는 GPS/INS 결합항

법, GPS 수신기 신호처리, 무선측위, 소프트웨어 GPS, GPS anti-jamming.