

무선 측위 시스템의 성능 평가를 위한 시험 시나리오 집합 제안

Proposal of Test Scenario Set for Wireless Location Determination Technologies Performance Evaluation

손 석 보*, 김 영 백, 박 찬 식, 이 상 정
(Seok-Bo Son, Young-Baek Kim, Chansik Park, and Sang-Jeong Lee)

Abstract : This paper introduces test plan and scenario sets proposed by CDG(CDMA Development Group)for wireless location determination technologies performance evaluation, and proposes new test criteria and scenario sets which are more suitable in Korea environment. We propose two scenario sets. One is based on wireless network coverage, and another is based on test types. We evaluate the performance of AGPS(Assisted-GPS) receiver designed by Hanyang Navicom Co., Ltd. and analyze the results according to proposed test criteria and scenario sets.

Keywords : GPS, wireless, scenario, test plan

I. 서론

1990년대 후반부터 이동 통신 단말기의 위치 측정을 위한 무선측위기술(LDT, Location Determination Technology) 개발이 활발하게 이루어졌으며, 이 중에서 상용화되었거나 상용화 가능성이 있는 기술을 대상으로 무선측위 인프라에 의거하여 이동통신 신호 이용 측위기술(Wireless Network-Based LDT), 위성 신호 이용 측위기술(Satellite Vehicle-Based LDT), 혼합 측위기술(Hybrid LDT)로 분류할 수 있다. 이동통신 신호 이용 측위기술은 IS-95, cdma2000 및 WCDMA 등의 이동통신 신호를 이용하여 무선 단말기의 위치를 측정하는 기술이고, 위성 신호 이용 측위기술은 GPS, GLONASS, Galileo와 같은 인공 위성 신호를 이용하는 기술이며, 혼합 측위기술은 앞서 언급된 두가지 기술의 정확도 및 신뢰도를 향상 시키기 위해 2개 이상의 기술을 접목한 기술이다. 이상의 기술들은 최종 위치를 결정하는 방식에 따라 위치 결정 또는 확인이 무선 단말기에서 수행되는 단말기 위치결정 모드(Mobile-Based Mode)와 최종 위치 결정 또는 확인이 무선망에서 수행되는 단말기 정보제공 모드(Mobile-Assisted Mode)로 구분한다[1].

이렇듯 다양한 신호원과 측위기술을 토대로 많은 업체에서 무선 측위기술이 개발되어 왔으나 개발 업체에 따라 고유한 성능 평가 방법을 지니고 있어 각 기술의 성능 비교에 어려움이 있어왔다. 이러한 이유로 무선 측위기술들의 성능 평가를 위한 표준화 작업의 필요성이 제기 되었고, FCC(Federal Communications Commission)에 의하여 CDG(CDMA Development Group) test plan document for location determination technologies evaluation(이하 CDG 시험 방법)이라는 규약이 작성되었다. 이 규약은 무선 측위기술의 정확도(accuracy), 전달

지연(latency), 신뢰도(reliability), 감도(sensitivity), 복잡도(complexity), 위치보고능력(location reporting capability)과 용량성(capacity)을 고려한 시험 기준과 시나리오에 대한 정의 및 지침을 포괄적으로 제공하지만 CDG 시험 방법은 광범위한 시험 범위를 포함하고 있기 때문에 국내 환경에서의 무선 측위 시스템 성능 평가를 위해서는 국내 환경에 맞도록 시험 범위를 구체화할 필요성이 제기되었고, 이를 위한 일환으로 무선 측위기술 성능 평가 방안[2]이 발표되었다.

본 논문에서는 CDG 시험 방법의 측위 시험 기준 및 시나리오를 보완하여 국내 무선망 환경을 고려한 마당달 범위를 기준으로 하는 시나리오 집합과 시험 유형을 기준으로 하는 시나리오 집합을 제안하며, 본 사에서 개발한 GPS(Global Positioning System) 이동국 기반의 무선 측위 시스템의 성능 평가를 제안하는 시나리오에 따라 수행하고 그 결과를 분석한다.

본 논문의 2장에서는 CDG 시험 방법의 시험 시나리오를 소개하고, 3장에서는 본 사에서 수정 보완한 시험 시나리오 분류 방법을 제안하며, 4장에서는 본 사에서 개발한 GPS 이동국 기반의 무선 측위 시스템을 사용한 성능 평가를 수행하여 그 결과를 나타내고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. CDG 시험 방법의 시험 시나리오

이동국은 다양한 환경 조건에서 운용되므로 측위기술의 성능 평가 또한 다양한 환경 조건에서 수행되어야 한다. 환경 조건은 지형의 모양, 구조물 존재, 이동국의 속도, 이동국의 위치, 측정 시간과 같은 사항들로 정의될 수 있으며 이러한 환경 조건은 측위기술의 성능에 영향을 준다[3].

CDG 시험 방법은 이동국의 환경 조건을 고려하여 전원, 도외지, 도심지, 고속도로, 유수와 같은 5가지의 상위 분류 항목을 정의하고 각각의 상위 항목을 지형과 숲의 형태, 인공 구조물의 종류, 구조물의 안과 밖, 이동국의 속도와 시간에 따라서 세분화한다[3]. CDG 시험 방법의 시험 시나리오는 그림 1과 같다.

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2006. 4. 30., 채택확정 : 2006. 6. 10.

손석보, 김영백 : ㈜한양 네비콤

(sbson@navicom.co.kr/ybkim@navicom.co.kr)

박찬식 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

(chansp@cbucc.chungbuk.ac.kr)

이상정 : 충남대학교 정보통신공학부(eesjl@cslab.cnu.ac.kr)

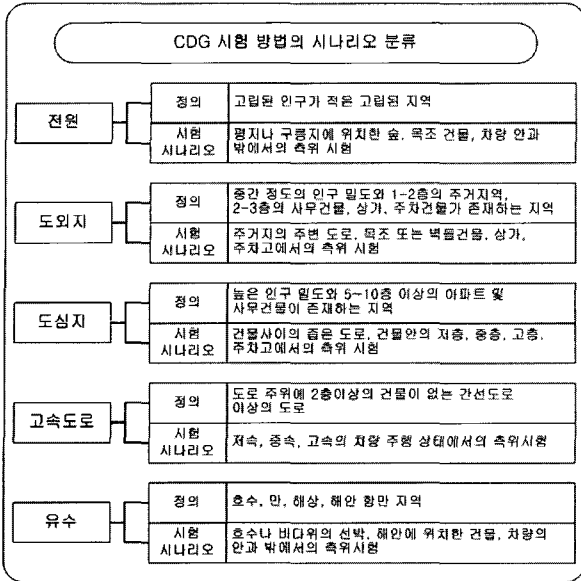


그림 1. CDG 시험 방법의 시나리오.
Fig. 1. Scenarios classified by CDG test document.

각 시나리오에 대한 측위 시험은 해당 시나리오의 환경 조건에 부합하는 서로 다른 3개의 시험 위치를 선정하고, 무선망의 통화량을 고려하여 서로 다른 3개의 시간대에서 측위 시험을 수행해야 한다. 측위 시험은 해당 시나리오에 대하여 정확도, 전달지연, 신뢰도, 감도, 복잡도, 위치보고능력, 용량성에 대하여 측위기술의 성능을 평가하며 시험 결과는 시험이 수행되는 곳의 인구밀도와 긴급구조 통화 패턴을 근거로 시험 시나리오에 가중치를 다르게 주어 계산할 수 있다[3].

III. 제안하는 시험 시나리오 집합

1. 망도달 범위를 기준으로하는 시나리오 집합

CDG 시험 방법의 시험 시나리오는 광범위한 시험 범위를 포함하기 때문에 국내 환경에서 무선 측위 시스템의 성능 평가를 위해서 국내 환경에 맞도록 시험 범위를 수정 및 보완할 필요가 있다. CDG 시험 방법에서는 시험 시나리오를 무선망의 도달 범위를 근거로 크게 5가지의 지형적인 특징을 사용하여 분류하였으나 본 논문에서는 우선 순위를 가진 3가지의 분류 기준을 이용하여 시험 시나리오를 세분화한다. 3가지의 분류 기준은 그림 2와 같다.

첫번째 분류 기준은 무선망의 도달 범위이며 가장 높은 우선 순위를 가진다. 지형의 구조에 따른 망의 구조 및 개수에 따라 분류하며 도심지, 도외지, 전원, 고속도로 지역으로 세분화 한다. 도심지는 3개 이상의 망을 가진 지역, 도외지는 1~3개의 망을 가진 지역, 고속도로는 1~6개의 망을 가지며 사용 기지국 신호가 빈번하게 변하는 지역, 전원은 1개의 망을 가진 지역으로 정의한다.

두번째 분류 기준은 천연 및 인공 구조물의 존재 여부이며 중간 단계의 우선 순위를 가진다. 5층 이하의 콘크리트 건물 및 벽돌건물 등으로 이루어진 일반 주거지역과 5층 이상 15층 이하의 콘크리트건물 등으로 이루어진 준상업지역, 15층 이상의 콘크리트건물로 이루어진 상업지역, 쇼핑몰 및 기타 상가들로 이루어진 유락지역, 공장 및 창고지역, 구릉 및 산

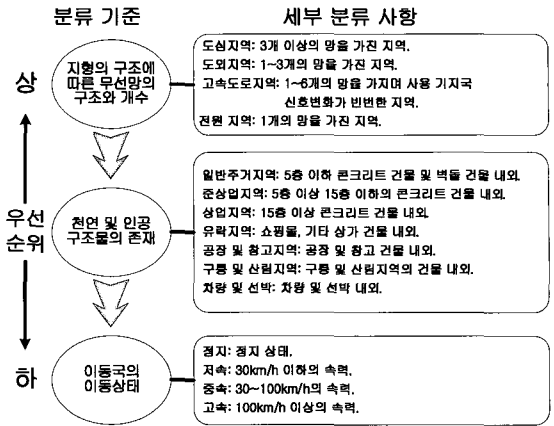


그림 2. 시나리오 분류 기준.
Fig. 2. Scenario classification criteria.

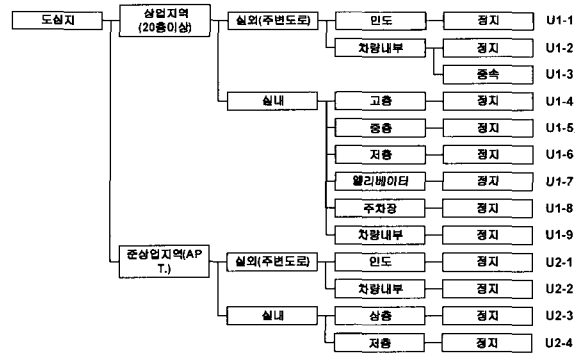


그림 3. 분류 기준: 도심지.
Fig. 3. Scenario class: Urban.

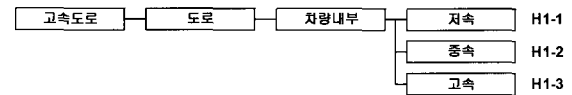


그림 4. 분류 기준: 고속도로.
Fig. 4. Scenario class: Highway.

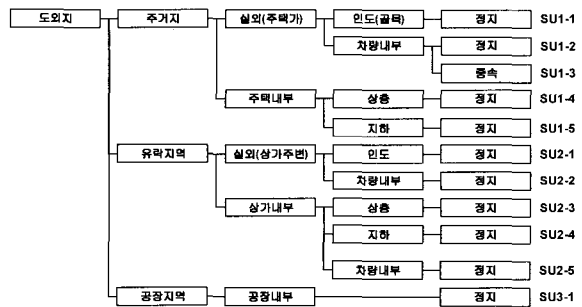


그림 5. 분류 기준: 도외지.
Fig. 5. Scenario class: Suburban.

림지역, 차량안과 밖, 실내, 실외 등으로 세분화 한다.

세번째 분류 기준은 이동국의 이동성이며 가장 낮은 우선 순위를 가진다. 이동국의 이동 상태를 기준으로 정지, 저속, 중속, 고속일 경우로 세분화 한다. 여기서 저속, 중속, 고속은 각각 30km/h 미만, 30~100km/h, 100km/h 이상으로 정의한다.

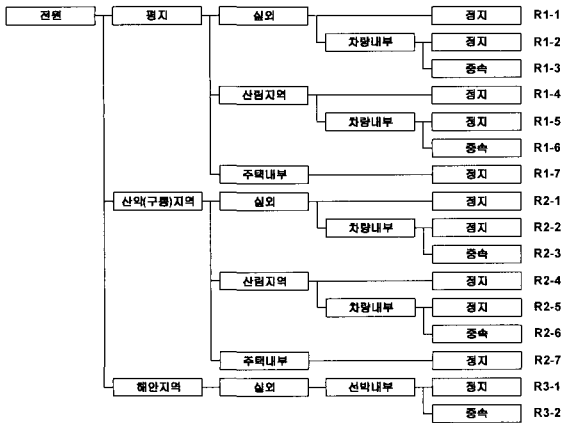


그림 6. 분류 기준: 전원.
Fig. 6. Scenario class: Rural.

표 1. 시나리오 분류 기준 항목.

Table 1. Scenario classification criteria item.

시험 유형		설명
실외		건물이나 구조물 밖
차량내부		차량내부
실내	지상	건물/구조물 안이며 지상
	지하	건물/구조물 안이며 지하
동특성	저속	30km/h 이하
	중속	30km/h ~ 100km/h
	고속	100km/h 이상
기지국 개수	도심지	3 개이상의 기지국신호 획득 가능
	전원	3 개미만의 기지국신호 획득 가능

위에서 정의한 3가지 분류 기준을 사용하여 시험 시나리오를 세분화 하면 그림 3부터 그림 6까지와 같다. 시험 시나리오는 우선 순위에 따라서 세분화 되며 첫번째 분류 기준에 따라서 도심지, 도외지, 전원, 고속도로의 대분류로 나뉘고, 시험 시나리오의 분류를 용이하게 하기 위하여 인식 기호를 표시하였다. 본 논문에서 제안하는 시험 시나리오를 제외한 이동국의 측위 성능을 평가하기 위한 시험 가정, 요구 조건, 평가 기준은 기존의 CDG 시험 방법의 각 항목을 따른다.

2. 시험 유형을 기준으로 하는 시나리오 집합

망도달 범위를 기준으로 하는 시나리오 집합을 이용하여 측위기술의 성능을 시험하기 위해서는 시험 수행 주체가 시나리오 집합에서 시나리오들을 선정하여야 한다.

이때 제안하는 시나리오 집합에 의하여 제한된 환경에서 시험을 수행하더라도 시험 수행 주체의 주관적인 판단 기준이 포함될 가능성이 높아진다. 따라서, 시험 방법을 객관화시키기 위한 방법으로 시험 유형을 기준으로 하는 시나리오 집합을 제안한다. 무선측위단말기가 가질 수 있는 환경을 우선 순위와 관계없이 9가지의 시험 유형으로 분류하였으며 이를 표 1에 나타내었다.

표 1에 정의된 9가지 시험 유형을 조합하여 시험 시나리오 집합을 만들 수 있다. 이상의 시험 유형을 토대로 실외 환경에서 동시에 발생할 수 있는 다른 유형은 기지국 개수와 동

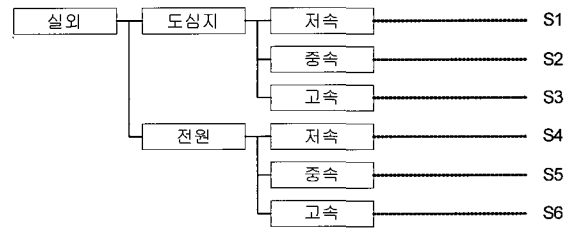


그림 7. 실외 시험 유형 시나리오 집합.
Fig. 7. Scenario class: Outdoor.

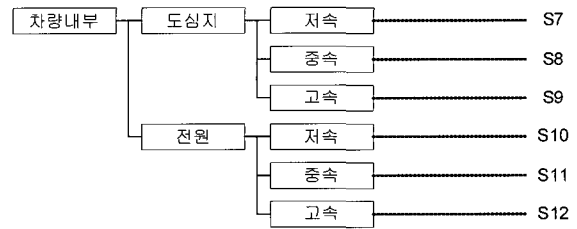


그림 8. 실내 시험 유형 시나리오 집합.
Fig. 8. Scenario class: Indoor.



그림 9. 차량 내부 시험 유형 시나리오 집합.
Fig. 9. Scenario class: Inside car.

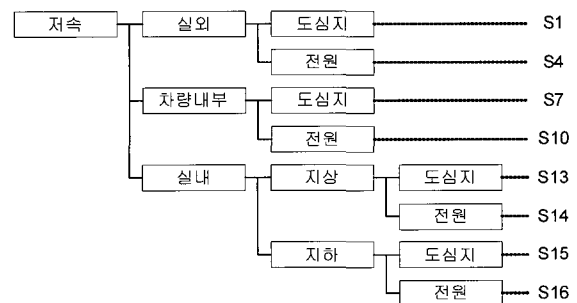


그림 10. 저속 시험 유형 시나리오 집합.
Fig. 10. Scenario class: Low speed.

특성이므로 이들을 조합하면 그림 7과 같은 6가지 조합이 발생한다.

같은 방법으로 차량내부와 실내 환경의 시나리오 집합을 그림 8과 그림 9에 각각 나타내었다.

다음으로 동특성의 저속 환경 시나리오 집합을 생각해보자. 동특성 저속 환경과 동시에 발생할 수 있는 다른 유형인 기지국 개수와 위성 신호 전달 환경을 함께 고려하면 시나리오 집합을 그림 10과 같이 생성할 수 있다.

시나리오 집합을 살펴보면 첫번째 조합인 저속/실외/도심지 조합은 실외/도심지/저속 조합과 같다. 따라서, 인식 기호는 같은 S1으로 정의한다. 마찬가지로 저속 시험 유형의 모

든 조합은 그림 7부터 그림 9까지에서 정의한 조합과 일치하므로 인식 기호도 반복된다. 같은 방법으로 동특성의 중속 및 고속 환경 시험 시나리오 집합은 각각 그림 11과 그림 12로 나타낼 수 있다.

저속 시험 환경에서와 같이 중속 및 고속에서도 새로운 집합이 없으므로 새로운 인식 기호는 발생하지 않는다.

마지막으로 가용한 기지국 개수를 기준으로 하는 시험 환경인 도심지와 전원 환경의 시험 시나리오 집합은 그림 13과 그림 14로 나타낼 수 있다.

저속 시험 환경에서와 같이 중속 및 고속에서도 새로운 집합이 없으므로 새로운 인식 기호는 발생하지 않는다.

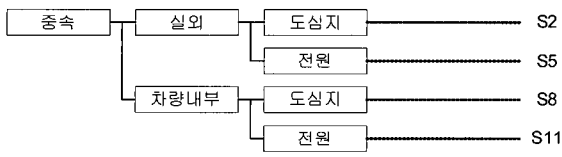


그림 11. 중속 시험 유형 시나리오 집합.
Fig. 11. Scenario class: Middle speed.

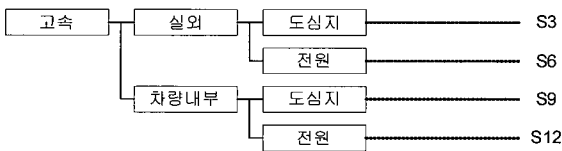


그림 12. 고속 시험 유형 시나리오 집합.
Fig. 12. Scenario class: High speed.

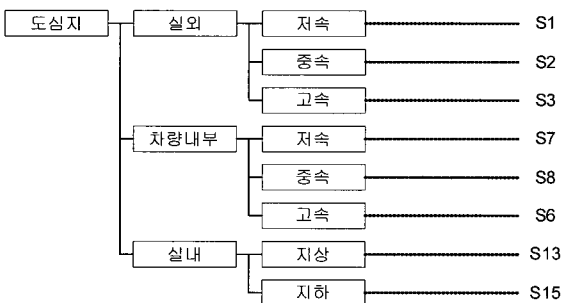


그림 13. 도심지 시험 유형 시나리오 집합.
Fig. 13. Scenario class: Urban.

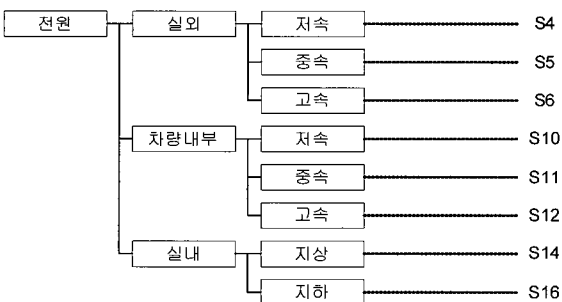


그림 14. 전원 시험 유형 시나리오 집합.
Fig. 14. Scenario class: Rural.

마지막으로 가용한 기지국 개수를 기준으로 하는 시험 환경인 도심지와 전원 환경의 시험 시나리오 집합은 그림 13과 그림 14로 나타낼 수 있다.

마찬가지로 새로운 인식 기호는 발생하지 않는다.

이상으로 시험 유형을 9개의 유형으로 분류하여 각 유형에 따른 시험 시나리오 집합을 제안하였다. 생성된 집합은 9개의 유형을 조합하여 총 48개가 발생하였으나, 반복되는 조합을 제외하면 16개의 독립된 조합이 있음을 알 수 있다.

IV. 시험 및 결과

1. 시험 구분

제안한 시험 시나리오는 이동국의 측위성능을 모든 환경 조건에서 평가하기 위한 완전한 시나리오 집합이기 때문에 본 논문에서는 제안한 시험 시나리오 집합 중 일부를 선별하여 시험하고 시험 결과를 나타내었다. 시험은 GPS 위성 신호를 수신하여 시험하는 필드(Field) 시험과 GPS 시뮬레이터(simulator)를 이용하여 시험하는 수신 감도 시험으로 나누어 진행하였다.

2. 필드 시험

필드 시험은 실제 GPS 위성 신호를 수신하여 진행하는 시험으로 구성은 그림 15와 같다. 그림 15에서 PDE(Position Determining Equipment)는 이동국을 위한 보조 정보를 생성하며 부가적으로 GPS 이동국 기반의 무선 측위 시스템인 AGPS(Assisted GPS) 수신기와 보조 정보의 교환을 담당한다. AGPS 수신기와 PDE 사이의 정보 교환은 RS-232 통신을 사용하여 교환하였다. 또한 1PPS 생성기(generator)는 기준국과 이동국의 시각 동기를 맞추기 위하여 사용하였다. AGPS 수신기로부터 측정된 측위결과는 PC(Personal Computer)로 출력된다.

수행된 필드 시험의 측위 결과는 CDG 시험 방법의 5개 측위 성능 평가 항목 중 위치 정확도, 전달 지연, 신뢰도에 대해서만 평가하였다. 앞서 언급한 3가지 평가 항목 이외에 용량성과 위치보고능력에 대한 항목은 평가 시 무선망의 사용이 필요하므로 본 시험에서는 제외하였다. 필드 시험에서의 시나리오 선별 기준은 한양네비콤(株) 부설 기술연구소 인근 지역에서 수행할 수 있는 시나리오로 한정하였으며 수행한 필드 시험 시나리오와 제안한 시험 시나리오와의 연계성은 그림 16과 같다. 각각의 시험 위치들은 건물 내외, 차량 안,

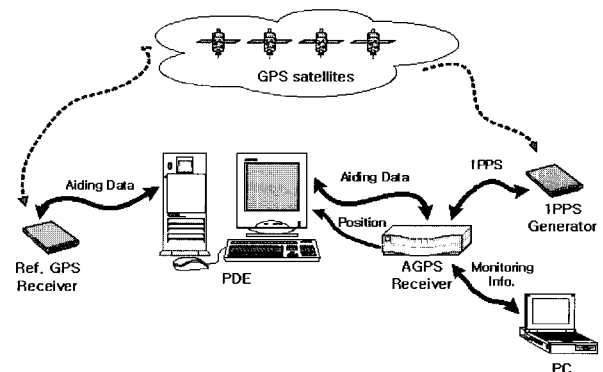


그림 15. 필드 시험 구성.
Fig. 15. Field test configuration.

나무 밑 등이며, 연구소 기준점으로부터의 거리를 측정하여 각 시험 위치들의 기준점을 결정하였다. 시험 시나리오 분류 중 고속도로에서의 시험과 중속 및 고속 시험은 AGPS 수신기가 이동하는 상태에서의 정확한 기준점을 측정할 수 없기 때문에 수행하지 않았다.

필드 시험에 대한 시험 결과는 표 2에서 표 4까지로 나타내었으며 표 2에서는 일반인의 생활 패턴을 고려하여 각 위치에 대한 가중치를 부여하여 위치 정확도를 나타내었다. 부여된 가중치는 표 3과 같다.

필드 시험에서 위치 정확도는 49.1m@67%, 115.9m@95%이며, 전달지연 시간은 9.3sec@65%, 10.7sec@95%이고 신뢰도는 92.0%이었다. 필드 시험의 위치 정확도는 FCC 규약의 규정치 50m@67%, 150m@95%의 기준[4]을 만족함을 알 수 있다.

3. 수신 감도 시험

GPS를 사용하는 측위기술은 수신 감도 시험을 부가적으로

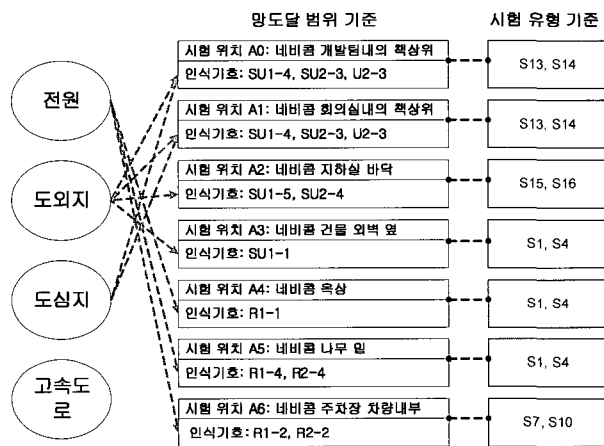


그림 16. 시험 시나리오와 필드 시험 위치와의 관계.
Fig. 16. Relationship between scenarios and field sites.

표 2. 필드 시험 결과: 위치 정확도.

Table 2. Field test result: Position accuracy.

시험 위치	가시위성수		추적위성수		2D위치오차(m)	
	최대	최소	최대	최소	@67%	@95%
A0	9	9	8	2	79.1	245.0
A1	8	8	8	3	79.2	203.6
A2	12	8	5	2	330.2	457.2
A3	9	9	9	8	32.6	58.5
A4	7	7	7	7	11.3	20.3
A5	12	11	12	9	46.6	75.5
A6	9	9	9	9	17.5	27.0
평균 2D위치오차(m)					55.5	356.0
가중치 적용 평균 2D위치오차(m)					49.1	115.9

표 3. 시험 위치별 적용 가중치.

Table 3. Weight of test site.

시험위치	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
가중치	5/24	4/24	0.5/24	2.5/24	8/24	2/24	2/24

수행해야 한다[3]. 수신감도 시험은 GPS 약신호에 대한 수신 능력을 평가하는 시험이며 시험 구성은 그림 17과 같다. 수신 감도 시험 구성은 필드 시험의 구성에서 GPS 위성 신호를 수신하는 대신에 GPS 시뮬레이터를 사용하는 점을 제외하고 필드 시험의 구성 방법과 동일하다. 수신 감도 시험에서 수행된 GPS 위성 신호의 세기는 총 8단계이며 각각 -130dBm,

표 4. 필드 시험 결과: 전달지연 및 신뢰도.

Table 4. Field test result: Latency and reliability.

시험 위치	전달지연(sec)		신뢰도			
	@67%	@95%	시도 회수	성공 회수	실패 회수	성공 확률
A0	9	10	101	100	1	99%
A1	9	10	100	100	0	100%
A2	14	27	100	45	55	45%
A3	9	10	100	100	0	100%
A4	9	9	100	100	0	100%
A5	10	10	100	100	0	100%
A6	9	10	100	100	0	100%
총계	평균 전달지연		총 회수	총 성공회수	총 실패회수	평균 성공 확률
	10	15	701	645	56	92%

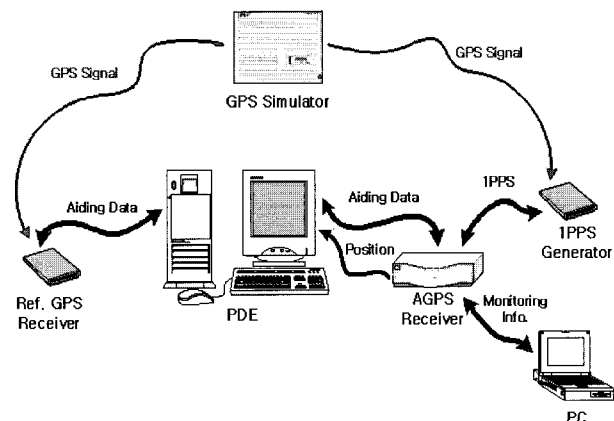


그림 17. 수신 감도 시험을 위한 시험 구성.

Fig. 17. Sensitivity test configuration.

표 5. 수신 감도 시험 결과: 위치 정확도.

Table 5. Sensitivity test result: Position accuracy.

신호 세기 (dBm)	가시위성수		추적위성수		2D위치오차(m)	
	최대	최소	최대	최소	@67%	@95%
-130	8	8	8	8	8.3	13.0
-135	7	6	7	6	8.7	13.2
-140	8	7	8	7	9.7	17.0
-145	8	7	8	7	14.3	25.3
-150	7	7	7	7	34.5	61.3
-151	8	8	8	6	38.2	66.2
-152	8	7	8	6	47.9	78.1
-153	8	7	8	3	51.1	94.8
평균 2D위치오차(m)					25.01	67.4

표 6. 수신 감도 시험 결과: 전달지연 및 신뢰도.
Table 6. Sensitivity test result: Latency and reliability.

신호 세기 (dBm)	전달지연(sec)		신뢰도			
	@67%	@95%	시도 회수	성공 회수	실패 회수	성공 확률
-130	9	10	100	100	0	100%
-135	9	10	100	100	0	100%
-140	9	10	100	100	0	100%
-145	9	10	100	100	0	100%
-150	9	10	100	100	0	100%
-151	9	10	100	100	0	100%
-152	9	10	100	100	0	100%
-153	9	10	100	100	0	100%
총계	평균 전달지연		총 회수	총 성공 회수	총 실패 회수	평균 성공 확률
	9	10	800	800	0	100%

- 135dBm, - 140dBm, - 145dBm, - 150dBm, - 151dBm, - 152dBm, - 153dBm의 값을 가진다.

표 5와 표 6에서 수신 감도 시험의 위치 정확도, 전달지연, 신뢰도에 대한 시험 결과를 나타내었다.

수신 감도 시험 결과 본사에서 개발한 GPS 이동국 기반 무선 측위 시스템의 측위 정확도는 - 152dBm의 입력신호에 대하여 47.9m@67%, 78.1m@95%이며, 신뢰도의 경우 100%임을 알 수 있었다. 수신 감도 시험의 경우도 필드 시험의 경우와 마찬가지로 FCC 규약을 만족하였다.

V. 결론

본 논문에서는 측위기술 평가를 위한 CDG 시험 방법을

소개하고, CDG 시험 방법에서의 측위 시험 기준 및 시나리오를 보완한 국내 환경에 맞는 기준 및 시나리오를 망 도달 범위 기준과 시험 유형 기준으로 제안하였다. 제안한 시험 시나리오에 따라 본사에서 개발한 GPS 이동국 기반의 무선 측위 시스템의 성능 평가를 수행하고 그 결과를 분석하였다.

성능 시험은 필드 시험과 수신 감도 시험으로 나누어 수행되었으며 시험 평가는 측위 정확도, 지연시간, 신뢰도로 나누어 평가되었다. 필드 시험은 제안한 시험 시나리오 중 일부를 선별하여 GPS 이동국 기반의 무선 측위 시스템의 성능시험을 수행하였으며 일반인의 생활 패턴을 고려한 가중치를 부여하여 측위 정확도를 계산하였다. 수신 감도 시험은 GPS 시뮬레이터를 사용하여 수행되었다. 성능 시험 결과 필드 시험과 수신 감도 시험에서의 측위 성능은 FCC 규약의 규정치를 만족함을 알 수 있었다.

향후 과제로는 무선망을 이용한 모든 시나리오 항목들에 대한 시험이 필요하며, 용량성과 위치보고능력에 대한 사항들도 평가되어야 한다.

참고문헌

- [1] 손석보 외 8인, “이동통신 단말기 무선 측위기술: Stage1,” 한국정보통신 기술협회, June, 2004.
- [2] 손석보 외 6인, “무선측위기술 성능 평가 방안,” 한국정보통신 기술협회, December, 2004.
- [3] O. Sunay, “CDG Test plan document for location determination technologies evaluation (Baseline version- Accepted),” *Test plans and criteria subgroup CDG Location technology forum*, 2000.
- [4] Fact Sheet: FCC Wireless 911 Requirements, FCC, January 2001.



손 석 보

1973년 3월 8일생. 1996년 충남대학교 전자공학과 졸업. 1998년 충남대학교 대학원 전자공학과(공학석사). 2002년 충남대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1998년~현재 한양네비콤(주) 부설 기술연구소 책임연구원.



김 영 백

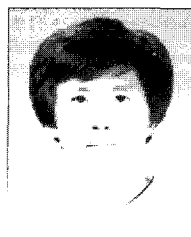
1960년 2월 1일생. 1982년 부산대학교 전기공학과 졸업. 1984년 동 대학원 석사. 1998년 충남대학교 전자공학과 박사. 1984년~1998년 국방과학연구소 선임연구원. 1998년~현재 한양네비콤(주) 부설 기술 연구소장.



박 찬 식

1961년 10월 1일생. 1984년 서울대학교 공과대학 제어계측공학과 졸업. 1986년 서울대학교 대학원 제어계측공학과 졸업(공학석사). 1997년 서울대학교 대학원 제어계측공학과 졸업(공학박사). 1997년~현재 충북대학교 공과대학 전기컴퓨터

공학부 부교수.



이 상 정

1957년 8월 15일생. 1979년 서울대학교 공과대학 전자공학과 졸업. 1981년 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1987년 서울대학교 대학원 제어계측공학과 졸업(공학박사). 1988년~현재 충남대학교 공과대학 전기정보통신

공학부 교수.