

휴대용 GPS에 의한 등산로 경사분석 Slope Analysis of Mountain Trail Using Mobile GPS

이혜숙* · 정길섭** · 유환희***

Lee, Hye Suk · Jung, Gil Sub · Yoo, Hwan Hee

要 旨

등산로는 시민들의 건강과 일상생활에 있어서 매우 중요한 역할을 하며, 여가선용의 중요한 공간이 되고 있다. 그런 측면에서 관리자는 건강증진과 야외생활에 대한 욕구를 갖고 있는 등산객을 만족시키기 위해 노력하고 있다. 본 연구에서는 휴대용GPS를 이용하여 도시 근교에 있는 등산로의 경사를 분석하고 시민의 건강증진을 위해 적합한 등산로를 제시하는데 연구 목적을 두고 있다. 그 결과 휴대용GPS에 의한 등산로 경사분석이 산책 난이도를 평가하는데 효과적임을 제시하였다.

핵심용어 : 등산로, 경사분석, 휴대용GPS, 등산 난이도, 건강증진

Abstract

Mountain trails play an important role in the daily life and health of the citizens, and also are major areas for recreation operators strive to balance the needs of pedestrian with the needs of wildlife and health improvement. In this view point, this research aims at analyzing the slope of mountain trails using mobile GPS and suggesting the suitable path to citizens for improving health. The result shows that the trail slope analysis by using mobile GPS could be effectively evaluated the degree of walk difficulty.

Keywords : mountain trails, slope analysis, mobile GPS, degree of walk difficulty, health improvement

1. 서 론

최근 사람들이 생활 속의 건강운동으로 등산을 선호하고 있다. 등산은 자연을 벗 삼아 특별한 장비나 경비가 들지 않고서도 전신운동이 가능한 신체활동으로 전신의 근력기능을 강화시키고 심폐기능의 향상뿐만 아니라 신진대사를 촉진시키고 스트레스 해소에도 많은 도움을 주는 복합운동의 효과를 가지고 있다. 친환경적인 요소가 강조되고 있는 현대 사회에서 각각의 도시마다 시민들의 자발적인 행동패턴에 의해 자연적으로 발생된 저고도 임야를 이용한 등산로가 형성되고 있다. 각 지자체에 분포하고 있는 등산로의 실태 조사 및 유지, 보수에 관한 자료 조사 등을 보다 효율적으로 시행하기 위해서는 GPS 위치측위기술, GIS 관리기술, 무선통신기술 등의 융·복합된 활용이 필요하다. 휴대용GPS 시스템의 특징은 이동성, 현장성, 적시성 등으로 공간 및 속성과 관련되는 각종 자료를 현장에서 확인하고 조

사된 자료를 바로 입력할 수 있다. 따라서 휴대용GPS를 통해 현장에서 수행하던 업무와 기존 정보시스템에 자료를 입력하는 실내업무를 시간적 공간적 제약 없이 휴대 정보기기를 통하여 업무를 통합함으로써 업무의 개선효과를 높일 수 있다(김재석 등, 2002; 오윤표 등, 2003; 이상민 등, 2008; 정길섭 등 2009). 휴대용GPS에 의한 연구사례로서 장용구(2006)는 최신의 IT기술인 CDMA 무선 통신기술과 실시간 DGPS 기술 그리고 GIS 관리기술을 활용하여 모바일 기반의 유적 지표조사 시스템과 관제국의 GIS 유적관리시스템을 개발하였다. 장영관(2007)은 GPS가 내장된 휴대폰을 이용하여 도로망 데이터베이스를 수정하는 방안을 제안하였고, Li Zao 등(2008)은 GPS를 이용하여 중국의 주거지의 수변공간을 이용하는 보행자들의 행동패턴을 조사 분석하였으며, Takashi MATSUURA 등(2008), Nara 등(2007)은 휴대용GPS를 이용하여 초등학생들이나 보행자의 시공간적 움직임을 조사하여 행동패턴을 분석

2009년 5월 6일 접수, 2009년 6월 3일 채택

* 경상대학교 환경 및 지역발전연구소 연구원(gsgislab.hanmail.net)

** 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정(BK21)(jgsclride@naver.com)

*** 교신저자 · 정회원 · 경상대학교 공과대학 도시공학과 교수(ERDI, BK21)(hhyoo@gnu.ac.kr)

하였다. 따라서 본 연구에서는 휴대용GPS수신기의 자료를 LIDAR 자료와 비교하여 정확도를 평가하고, 휴대용GPS 수신기를 이용하여 등산로의 경사와 등산 난이도를 분석하였다.

2. 등산로의 특성구분

현재 산림청에서는 등산로 조사를 추진 중에 있으며, 이러한 배경은 산마다 많은 등산로가 있으나 정확한 분포현황이나 훼손실태를 알 수 없고, 셋길 등산로가 꾸준히 늘어나고 있어 등산로의 관리 또한 어려운 실정이다. 이에 따라 국민들에게 올바른 등산정보를 제공하고 체계적인 등산로 관리를 위해 등산로 현황 및 훼손실태에 대한 조사가 필요하다는 것을 인식하고 있다. 조사는 ‘숲길 조사원들이 GPS 장비를 휴대하고 산별로 등산로를 직접 다니면서 노선위치, 훼손실태 등의 조사항목들을 정밀하게 조사하고 있다. 조사가 완료되면 조사결과를 활용하여 전국 등산로 지도를 제작한 후 인터넷 등을 통해 제공할 예정이다(산림청, 2007). 또한, 등산로의 과학적 관리기반을 마련하고 향후 등산로 정비 및 시설확충을 위한 기초자료로도 활용될 예정에 있다. 현재 등산 활동유형이 고산 등정, 암벽등반 등 산악활동 중심에서 능선 종주, 근교 산림탐방 등 보행활동 중심으로 변화하고 있으며, 등산객의 95%가 워킹 위주의 가벼운 산책에 참여하고 있으며, 산림휴양활동 참여자의 93%가 등산, 피크닉, 자연 풍경감상에 참여 하고, 산림 휴양활동 가운데 등산, 트레킹, 산책, 삼림욕 등 보행위주 활동이 65%를 차지하고 있다. 한편 등산로 유형 및 등급 분류는 등산로의 특성, 지원주체 등에 따라서 국가등산로(국가가 직접 관리하는 등산로), 지방 등산로(광역자치단체에서 관리하는 등산로), 지역등산로(기초자치단체에서 관리하는 등산로) 등으로 등산로 지원체계를 구분하고 있으며, 등산로 노선별로 입지여건, 이용형태를 기준으로 일반등산로(산록부나 산 정상에 이르는 등산 전용 보행도로), 관찰등산로(자연학습 또는 자연탐방 목적의 환경사 보행도로), 종주등산로(산 정상 지점들을 연결하는 능선부에 위치한 종주 목적의 등산로), 산책등산로(가벼운 산책 등을 목적으로 하는 환경사의 보행도로) 등으로 분류하고 있다. 등산로의 경사도, 보행편의성, 편의시설 유무 등을 기준으로 1급(사고의 위험이 높아 전문적인 장비가 필요한 등산로), 2급(전문적인 장비는 필요치 않으나 노약자 등이 보행하기 어려운 등산로), 3급(어린이, 노약자 등이 이용할 수 있는 환경사 등산로)등으로 구분한다(등산지원 기본 계획에 관한 보고서(산림청, 2007).

3. 연구 대상지 선정 및 결과분석

3.1 연구대상지 선정

진주시는 배후녹지로서 선학산, 비봉산, 망진산, 가좌산, 석갑산 그리고 속호산으로 이루어진 6대산에 의해 둘러 싸여있어 시민들이 편안하게 가까운 등산로를 이용하여 가벼운 등산 및 다양한 야외활동을 할 수 있는 환경 친화적인 운동 환경을 가지고 있다. 연구를 위한 대상지는 진주시의 주거 밀집지역인 신안-평거지역에 인접한 석갑산과 도심지역에 인접한 비봉산, 경상대학교에 인접한 가좌산, 그리고 동부생활권에 인접한 선학산을 선정하였다. 이 들 대상지에 형성되어 있는 여러 등산 경로 중에서 지역민들이 가장 선호하는 등산로를 선택하여 휴대용GPS 수신기를 이용한 자료 취득을 시행하였다(그림 1). 휴대용GPS는 등산객이 직접 휴대하고 등산특성을 분석할 수 있어서 등산행적과 경사 및 속도를 분석하는데 매우 적합한 방법으로 판단하였다.

3.2 휴대용 GPS 및 Lidar 자료 취득

연구를 위해 이용된 자료는 GPS 수신 자료, LIDAR 자료, 위성 영상 등이 있다. 본 연구에서 사용한 휴대용GPS수신기는 미국의 GARMIN사에서 개발한 GPSmap 60CSx로 전 세계적으로 널리 이용되고 있는 기종이다(그림 1). 이 휴대용 GPS 수신기는 95%의 신뢰도의 10m내 위치정확도를 가졌으며, WAAS 수신이 가능



그림 1. 연구대상지와 휴대용 GPS

하며 10,000개의 트랙로그를 기록할 수 있다. 위성고도계와 기압고도계가 탑재되어 고도의 기준을 위성고도계에 맞추면 자동으로 기압고도계와 연동하여 통상 ±10m 정확도로 고도값을 표현할 수 있다. 이 휴대용 GPS에서 지원되는 항법은 총 3가지 기능이 있다. Go To기능은 선택한 목적지(웨이포인트, 도시, 주소 등)까지의 직선 루트를 표시하며, 트랙기능은 GPSmap 60CSx에 저장된 이동 궤적, 트랙을 사용하여 루트를 반복하거나 원래 루트로 되돌아갈 수 있는 항법기능이다. 또한 루트기능은 길을 따라서 중간 지점(웨이포인트, 도시, 출구, 흥미지점, 교차점 등)으로 이루어진 목적지까지의 경로를 표시하는 기능이다.

본 연구에서는 트랙 항법과 루트항법을 이용하여 등산로의 경로를 수신하여 각 등산로의 고도값, 출발점과 도착점의 웨이포인트 수신, 소요시간, 소요거리, 평균 속도 등을 수신할 수 있었다. 이 밖에도 한글이 지원되어 한국 디지털 지형도 및 도로지도가 수록되어 전국의 20m 등고선 지형을 표시할 수 있으며 도로망, 하천, 호수 자료가 수록되어 있는 장점이 있다. 또한 WGS 84 및 TOKYO좌표계를 포함하여 100여 종류의 지도 체계가 내장되어 있으며, 도, 분, 초 및 TM, MGRS(군사좌표)를 포함한 10개 이상의 좌표체계를 내장하고 있어서 그 활용 폭을 다양하게 할 수 있다. 수신된 자료는 컴퓨터와 인터페이스 설정을 통해 MapSource 실행 프로그램을 통해 디스플레이할 수 있으며 이를 Excel 프로그램으로 Export하여 속성자료를 편집할 수 있거나, ArcGIS 9.0에서 지원하는 포맷으로 변환하여 공간 자료를 수정 및 편집할 수 있다.

LIDAR 자료는 (주)한진정보통신이 Optect사의 ALTM 3070시스템을 이용하여 진주지역을 촬영고도 1,300m

에서 촬영하여 자료를 취득하였으며, 해상도는 6 points/m², 촬영폭은 700m이고, 각 포인트에 대한 반사강도가 포함된 자료를 이용하였다. LIDAR자료는 등산로의 지표면 표고와 식생의 크기를 정확하게 제공하여 주고 있어서 본 연구의 목적을 달성하는데 적합한 자료로 판단하여 사용하였다. 또한 정확한 위치 파악을 위해 위성영상을 이용하였으며, 위성영상은 IKONOS위성영상으로 해상도 1m Pan-sharpend, 지도투영은 UTM, WGS84좌표계로 되어있다.

3.3 휴대용 GPS 정확도 평가

4개의 대상지 가운데 경상대학교 주변에 위치한 가좌산을 선정하여 정확도 분석을 실시하였다. 가좌산은 최근 택지개발사업으로 조성된 인근 주거지의 시민들이 등산로로 이용하고 있다. 대상지의 위성영상과 GPS 수신기를 이용하여 취득한 위치자료를 접합하였고, 이를 LIDAR 자료와 연계시켜 정확도를 검증하였다. LIDAR자료는 지표면의 표고값을 정확하게 제공하고 있어서 휴대용 GPS에서 취득한 표고자료와 비교할 경우 보다 정확한 표고오차를 분석할 수 있을 것으로 판단하였다. 이를 위해 대상지를 7개 지역(400m×300m)으로 나눠 각 지역별로 정확도를 평가하였다(그림 3).

7개 지역의 LIDAR 자료와 휴대용GPS 자료가 중첩되는 점의 위치값을 비교하여 분석하였다. 추출한 LIDAR 자료의 점의 표고값을 그래프로 나타낸 뒤, 휴대용 GPS에서 수신된 점의 표고값과 비교 분석을 하였

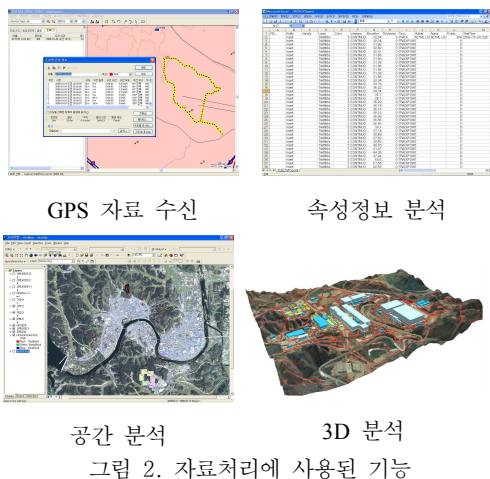


그림 2. 자료처리에 사용된 기능

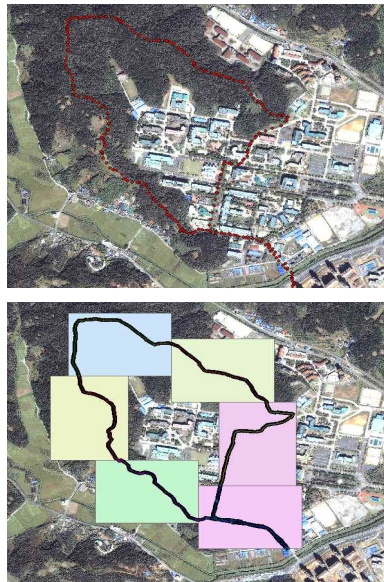


그림 3. 정확도 분석을 위한 7개 지역 구분

다. 그림 4~10은 두 개의 자료의 표고값 오차를 나타 내었다. 제1지역과 제7지역은 왕복코스로 중복되는 지 점을 포함하고 있다. 각각의 지역에서 LIDAR자료를 그림으로 표시하고 여기에 GPS 표고값을 표시하여 두 관측값의 차이를 분석하였다.

그림 4~10에서 LIDAR 자료는 식생과 지표면이 동 시에 표시되고 있으나 등산로의 지표면이 정확하게 표 현되고 있어서 휴대용GPS와 비교하는데 큰 문제점이 발생하지 않았다. 따라서 휴대용GPS의 표고자료를 중 복시켜 그림 4~10으로 표시하였으며 각 지역별 표고

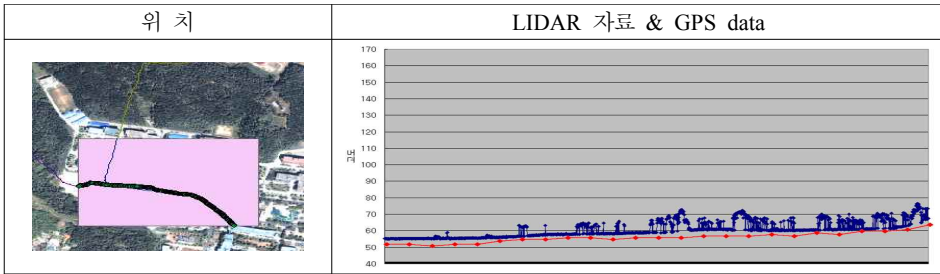


그림 4. 제1 지역의 LIDAR와 휴대용GPS 표고자료

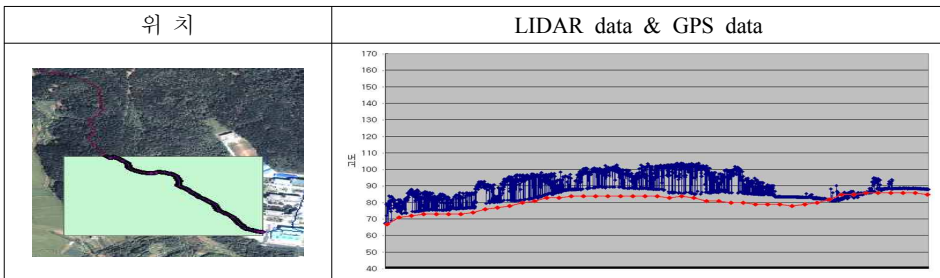


그림 5. 제2 지역의 LIDAR와 휴대용GPS 표고자료

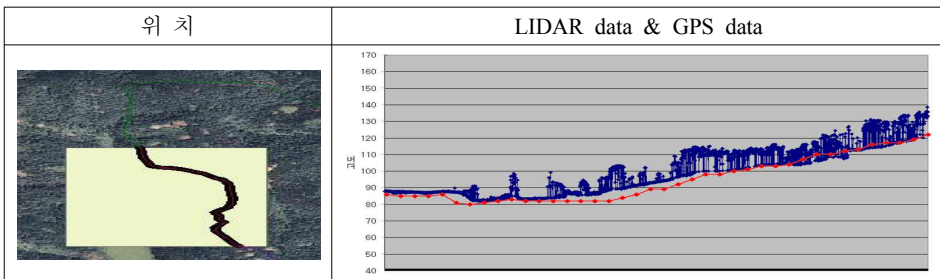


그림 6. 제3지역의 LIDAR와 휴대용GPS 표고자료

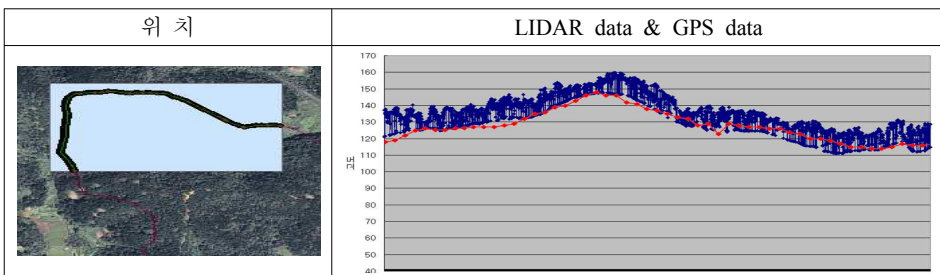


그림 7. 제4지역의 LIDAR와 휴대용GPS 표고자료

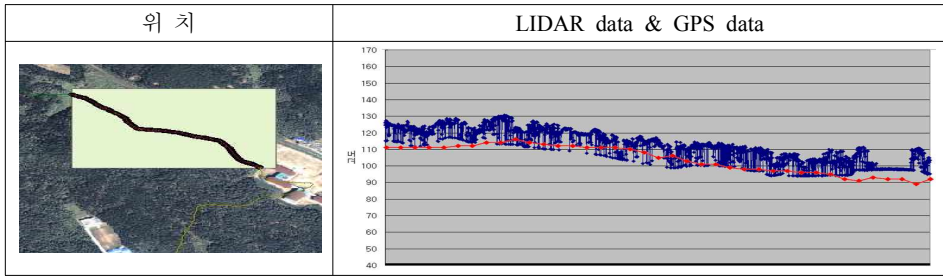


그림 8. 제5지역의 LIDAR와 휴대용GPS 표고자료

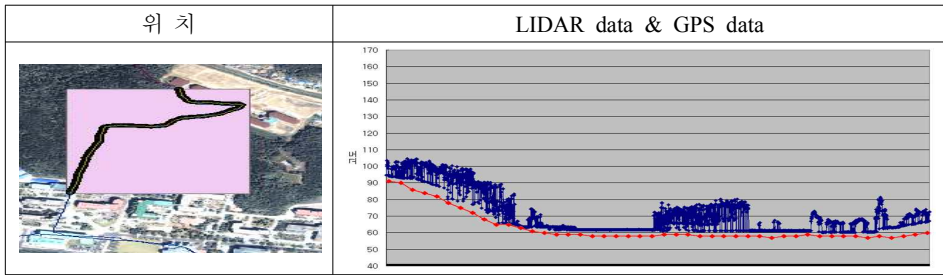


그림 9. 제6지역의 LIDAR와 휴대용GPS 표고자료

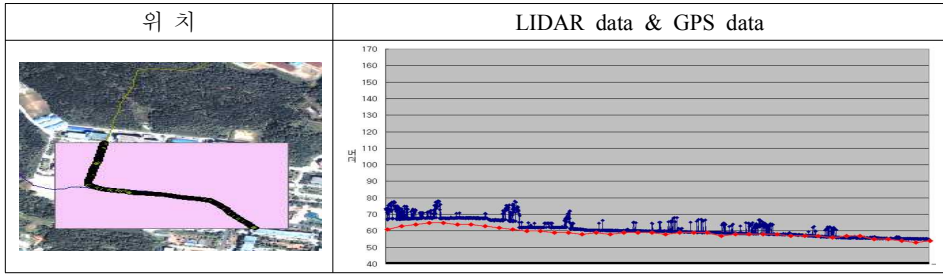


그림 10. 제7지역의 LIDAR와 휴대용GPS 표고자료

표 1. 각 지역별 LIDAR 자료와 휴대용GPS 자료의 평균 표고오차

	제 1지역	제 2지역	제 3지역	제4지역	제 5지역	제 6지역	제7지역	전체 평균오차
오차량	-2.5m	-2.6m	-1.3m	0.9m	-0.3m	-3.4m	-1.2m	-1.5m

표 2. 제 4지역 LIDAR 자료와 휴대용GPS 자료의 경사도 오차분석

경사도(%) 범위	LIDAR자료에 의한 경사분포	휴대용GPS자료에 의한 경사분포	LIDAR와 휴대용GPS 경사분포 오차
0%이상 - 5%미만	38 %	34 %	-4 %
5%이상 - 15%미만	25 %	26 %	1 %
15%이상 - 25%미만	17 %	20 %	3 %
25%이상	20 %	20 %	0 %
합 계	100 %	100 %	0 %

오차는 표 1로 나타내었다.

휴대용 GPS자료의 정확도를 평가하기 위해 등산로를 7개 코스로 구분하여 LIDAR 자료의 표고값과 비교한 결과 평균 표고오차가 -1.5m로 나타났으며(표 1), 등산로 정상부를 포함하고 있는 제 4지역에 대해 LIDAR자료와 휴대용GPS 자료를 이용하여 경사도를 계산한 후 경사도의 분포를 비교 분석하였다(표 2). 경사도의 분포는 경사의 완만함과 급함을 구분하여 0%, 5%, 15%, 25%를 구간으로 하여 표 2와 같이 범위를 정하여 경사 분포를 계산하였으며, LIDAR와 휴대용 GPS 자료의 경사도 차이가 가장 큰 것은 -4%로서 휴대용 GPS에 의한 경사분석이 등산로의 난이도를 평가하는데 충분히 사용될 수 있음을 알 수 있었다.

3.4 등산로 경사 분석

3.4.1 비봉산 등산로

비봉산 등산로는 진주시 중심지역에 위치한 봉수동 단독주택 중심의 주거지역에 위치하고 있다. 대표적인 등산 경로는 말띠고개-정상, 봉산사-정상, 진주교-정상, 봉수동 쉼터-정상 등의 4개의 코스가 있다. 본 연구에서는 시민이 많이 이용하는 진주교-정상간 코스를 선택하여 진주교에서 출발하여 정상에서 다시 왕복으로 진주교에 도착하는 코스를 선택하였다. 휴대용GPS 수신 자료는 수신점의 수 412점과 이동 거리 2.0km, 경과 시간 34분 15초, 평균 속도는 4km/h 결과를 얻었다. 표고값을 표현한 수직단면도를 통해 이동경로의 고도 변화

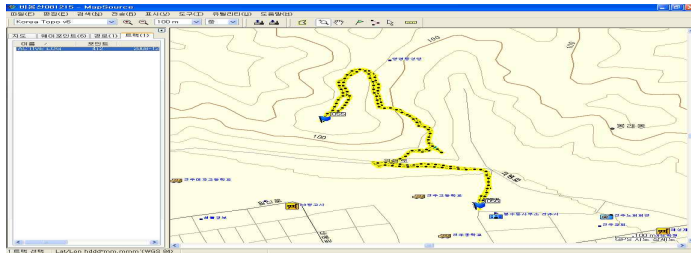
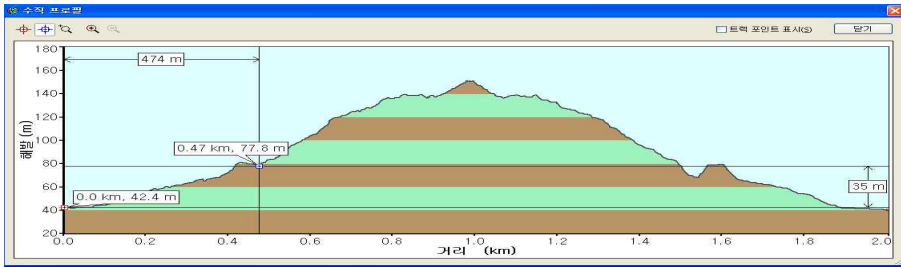
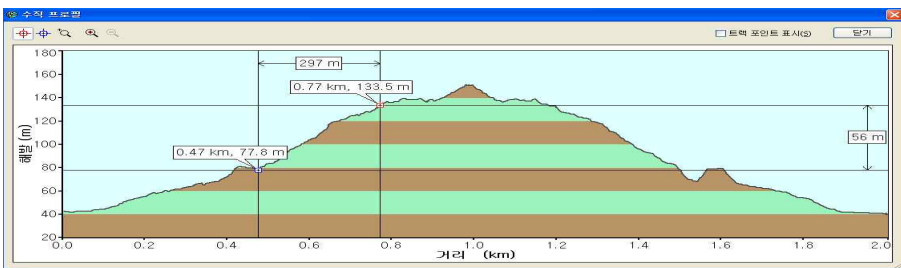


그림 11. 비봉산 등산로 휴대용 GPS 수신 자료



비봉산 제1구간	포인트	구간 길이	경과시간	구간 평균속도	구간 평균고도
	93포인트	474m	0:07:48	3.6 Km/h	60.4m

그림 12. 비봉산 제 1구간 수직단면도



비봉산 제2구간	포인트	구간 길이	경과시간	구간 평균 속도	구간 평균 고도
	68포인트	297m	0:05:40	3.2 Km/h	107.3m

그림 13. 비봉산 제 2구간 수직단면도

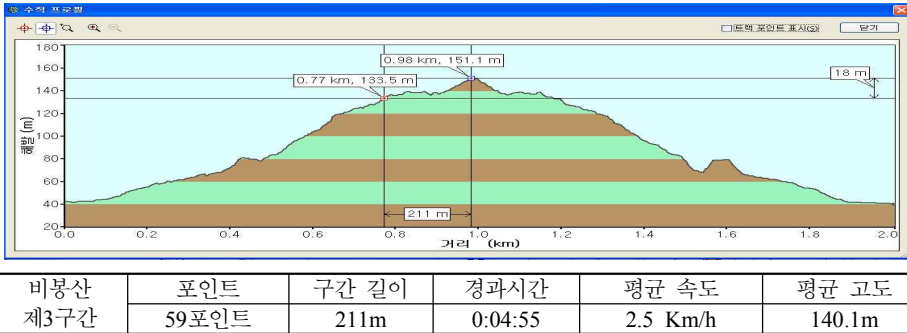


그림 14. 비봉산 제 3구간 수직단면도

표 3. 비봉산 등산로 등산정보

비봉산 전체 구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	412포인트	2,000m	0:34:15	4.0km/h	102.6m

를 알 수 있다.

비봉산 등산 경로를 세 구간으로 나누어 각 구간별 휴대용GPS 수신 점의수와 구간길이, 경과 시간, 구간 평균 속도, 구간 평균 고도 등을 구하였다.

3.4.2 석갑산 등산로

석갑산 등산로는 진주시 신안평가이현동 지역에 위치한 아파트가 주로 밀집된 주거지역에 위치하고 있다. 연구에서는 아파트 주민이 주로 이용하는 신안빌라-정상 코스를 선택하여 신안빌라에서 출발하여 정상에서 다시 왕복으로 신안빌라에 도착하는 코스를 선택하였다. 휴대용GPS 수신 자료는 수신점의 수 497점과 총 이동 거리 2.8km, 경과 시간 41분 18초, 평균 속도는 4 km/h 결과를 얻었다. 표고값을 표현한 수직단면도를 통해 이동 경로의 고도 변화를 알 수 있다.

석갑산 등산 경로를 세 구간으로 나누어 각 구간별

휴대용GPS 수신점의 수와 구간길이, 경과 시간, 구간 평균 속도, 구간 평균 고도 등을 구하였다.

3.4.3 선학산 등산로

선학산 등산로는 진주시 동부 생활권에 위치한 아파트와 단독주택이 혼합된 주거지역에 인접하여 위치하고 있다. 연구에서는 일신APT-정상 코스를 선택하여 일신APT에서 출발하여 정상에서 다시 왕복으로 일신APT에 도착하는 코스를 선택하였다.

휴대용GPS 수신 자료는 수신점의 수 694점과 총 이동거리 4.1km, 경과시간 57분 46초, 평균 속도는 4km/h 결과를 얻었다. 표고값을 표현한 수직단면도를 통해 이동경로의 고도 변화를 알 수 있다.

선학산 등산 경로를 세 구간으로 나누어 각 구간별 휴대용GPS 수신점의 수와 구간길이, 경과 시간, 구간 평균 속도, 구간 평균 고도 등을 구하였다.

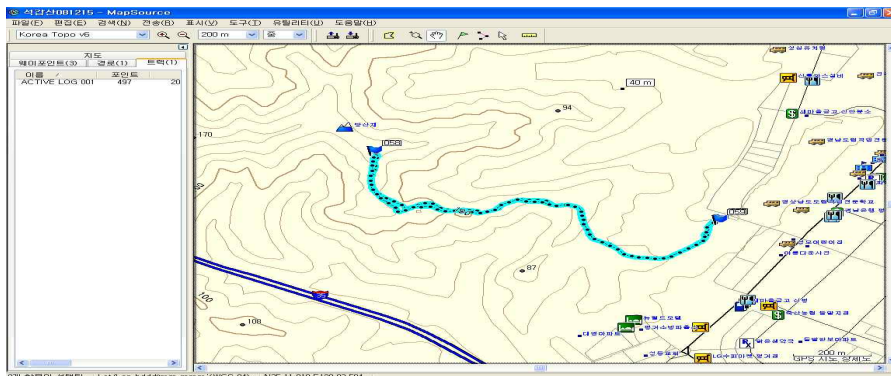
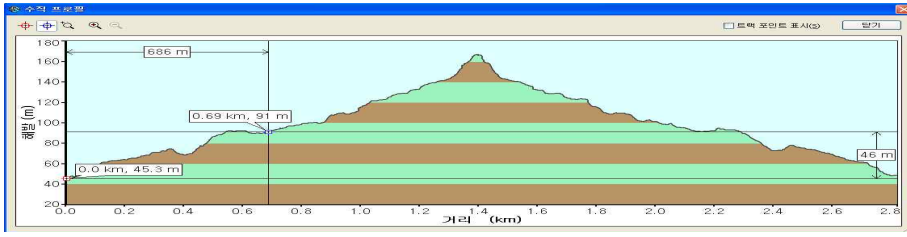
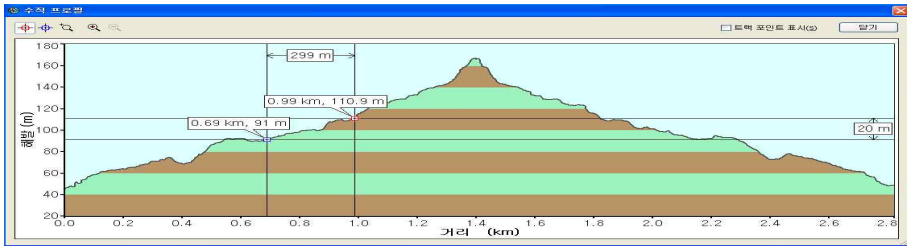


그림 15. 석갑산 등산로 휴대용 GPS 수신 자료



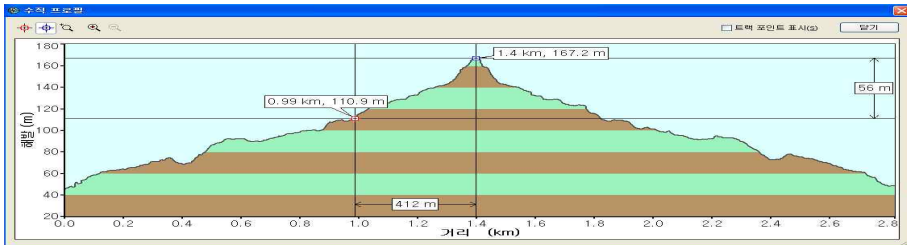
석갑산 제1구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	124포인트	686m	0:10:21	4.0km/h	71.5m

그림 16. 석갑산 제 1구간 수직단면도



석갑산 제2구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	51포인트	299m	0:4:21	4.1km/h	101.4m

그림 17. 석갑산 제 2구간 수직단면도



석갑산 제3구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	85포인트	412m	0:07:05	3.4km/h	137.2m

그림 18. 석갑산 제 3구간 수직단면도

표 4. 석갑산 등산로 등산정보

석갑산 전체 구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	497포인트	2,800m	0:41:18	4.0km/h	103.4m

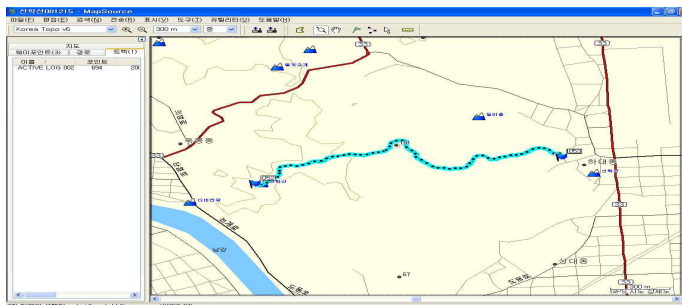
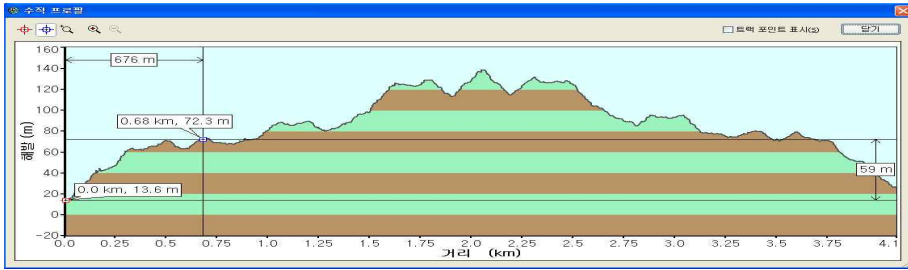
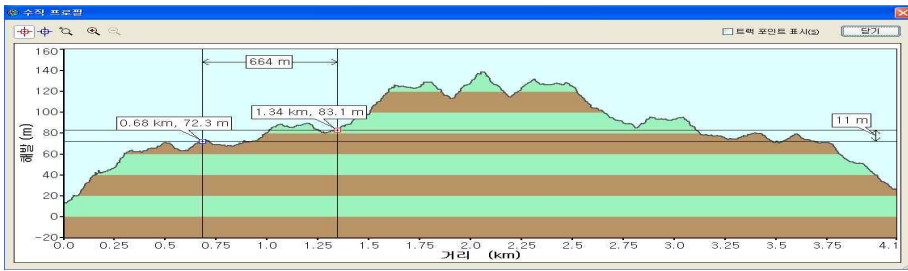


그림 19. 선학산 등산로 휴대용 GPS 수신 자료



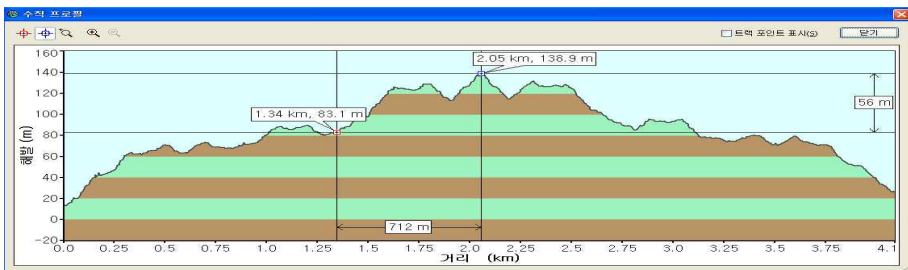
선학산 제1구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	120포인트	676m	0:10:01	4.1km/h	50.5m

그림 20. 선학산 제 1구간 수직단면도



선학산 제2구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	104포인트	664m	0:08:40	4.6km/h	78.9m

그림 21. 선학산 제 2구간 수직단면도



선학산 제3구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	136포인트	712m	0:11:15	3.8km/h	117.2m

그림 22. 선학산 제 3구간 수직단면도

표 5. 선학산 등산로 등산정보

선학산 전체 구간	포인트	구간 길이	경과시간	평균 속도	평균 고도
	694포인트	4,100m	0:57:46	4.0km/h	82.2m

3.4.4 등산로 경사 종합분석

연구 대상지인 비봉산, 선학산, 석갑산의 등산로의 경사 분포형태를 휴대용GPS자료를 이용하여 비교 분석하였으며, 전체 대상지의 경사도 분석을 위해 점 자료를 이용하여 TIN을 생성하고 다시 격자를 생성한 뒤 이를 이용하여 경사도를 각각 5%미만, 5%~10%,

10%~15%, 15%이상의 값으로 구분하여 분류하였다. 그 결과 비봉산 등산로의 경우 평지와 급경사지로 양분되어 등산로의 경사기복이 심한 것으로 나타났으며, 석갑산과 선학산 등산로는 완경사와 급경사가 고르게 분포하여 등산 시 비교적 편안한 느낌을 줄 수 있는 등산로로 평가 되었다(표 6).

표 6. 각 등산로의 경사도 분포 분석

(단위: %)

경사도 산책로	0~5%	5~10%	10~15%	15%이상
비봉산	42	0	5	53
석갑산	35	20	8	37
선학산	23	27	13	37

4. 결 론

본 연구에서는 휴대용GPS수신기를 이용하여 등산로의 고도 및 경사분석에 적용함으로써 도시 근교에 있는 등산로의 등산 난이도를 분석하였고 이에 따른 결론은 다음과 같다.

첫째, 휴대용GPS를 이용한 등산로 경사특성분석의 적용가능성을 평가하기 위해 LIDAR로 관측한 표고값과 비교분석한 결과, 표고 평균오차는 -1.5m, 경사분포 오차는 4%이내로 나타나서 등산로의 등산 난이도를 분석하는데 사용할 수 있음을 알 수 있었다.

둘째, 최근 도시지역에 인접하여 다양하게 설치되고 있는 등산로는 시민의 건강상태를 고려하여 등산 시 등산로의 난이도를 사전에 알릴 수 있는 등산정보가 매우 미약한 실정이다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 휴대용GPS를 이용하여 등산로 특성을 분석하여 제시하여 줌으로서 등산자의 건강상태에 적합한 등산계획을 세울 수 있어서 시민 건강 증진에 기여할 수 있을 것으로 예상되며, 향후 휴대용GPS 자료와 건강 체크 프로그램을 연결할 수 있는 연구가 지속적으로 이뤄져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- 김재석, 이승준, 유용한, 2002, “통행차량에 대한 GPS 수신자료의 정확도에 관한 연구”, 한국지리정보학회지 5권 4호, pp.75-85.
- 산림청, 2007, “등산지원 기본계획(2007-2017)에 관한 보고서”.
- 오윤표, 혼다요시아키, 이나경, 2003, “교통행동조사의 휴대용 GPS 적용에 관한 연구”, 대한국토·도시계획학회지, 제38권 제2호, pp.135-144.
- 이상민, 안병길, 2008, “휴대용 GPS를 이용한 부선의 안전예행시스템 구축에 관한 연구”, 해양환경안전학회 춘계학술발표회.
- 장영관, 2007, “GPS 휴대폰을 이용한 차량경로용 도로 망 데이터베이스 수정 방안”, 한국산업경영시스템학회 춘계학술대회 논문집, pp.102-105.
- 장용구, 2006, “모바일 GPS/GIS 기술을 이용한 유적 지표조사 시스템 구현”, 한국지리정보학회지, 제9권, 제2호(통권 31호), pp.91-101.
- 정길섭, 이혜숙, 유환희, 2009, “도시공원 산책로 분석을 위한 휴대용GPS 적용”, 2009 한국지형공간정보학회 춘계학술대회, pp.309-311.
- LI Zao, Munemoto, Junzo, Yoshida, Tetsu, Tang Peng, 2008, “Investigation on Walking Behavior along the Waterside In Chinese Residential Quarter Using GPS”, Proc. 6th Int. Sympo. on City Plann. and Enviorn. Management in Asian Countries, pp.135-146.
- Nara, A. & Torrens, P.M. 2007, “Spatial and Temporal Analysis of Pedestrian Egress Behavior and Efficiency”, In Association of Computing Machinery (ACM) Advances in Geographic Information Systems, Samet, H.; Shahabi, C.; Schneider, M. (Eds.) New York, ACM, pp. 284-287.
- Takashi Matsuura, Junzo Munemoto, Daisuke Matsushita, Kinue Nanzai, 2008, “Elementary School Children's Spatio-temporal Trajectory Using GPS in Maizuru City”, Proc. 6th Int. Sympo. on City Planning and Environmental Management in Asian Countries.