

스마트 케어 감시 시스템에서 한 대의 CCTV를 이용한 GPS 위치정보의 보정 방법

A Correcting Method of the GPS Location Information using one CCTV in Smart Care Surveillance System

박은성[★], 김기용^{*}

Eunsung Park[★], Kiyong Kim^{*}

Abstract

Smart care surveillance system can take the position information of the user and monitor by controlling neighbor CCTVs using GPS receiver built into smart device. But because the position information contains a significant error, in general smart device, it is necessary to be corrected for precise monitoring. In previous smart care system, this error is corrected by using a plurality of CCTV. But it has disadvantage that two or more CCTVs pointed toward the same point at the same time. In this paper, we propose the method to correct error of the GPS location information by using only one CCTV. With experiment result, we find that the accuracy of GPS location information corrected with only one CCTV is as improved as two CCTVs.

요 약

스마트 케어 감시 시스템은 스마트 디바이스에 내장된 GPS 수신 기능을 사용하여 이용자의 위치 정보를 획득하고 주변의 CCTV를 제어하여 이용자를 추적하는 시스템이다. 그러나 일반적인 스마트 디바이스의 GPS 위치 정보는 상당한 오차를 포함하고 있기 때문에 추적을 원활히 하기 위하여 GPS 위치 정보의 보정을 필요로 한다. 기존의 스마트 케어 시스템에서는 두 대 이상의 CCTV를 이용하여 이러한 GPS 위치 정보 오차를 보정하였다. 그러나 이러한 방법은 반드시 두 대 이상이 동일한 지점을 촬영해야 하는 단점이 있다. 본 논문에서는 위치 정보의 오차를 보정하기 위하여 단지 하나의 CCTV만을 이용하는 새로운 방법을 제안한다. 실험 결과, 하나의 CCTV만을 이용하더라도 두 대의 CCTV를 이용한 위치 정보 보정방법 만큼 정확도가 향상되었음을 확인할 수 있다.

Key words : CCTV, Surveillance System, GPS, Position Correction, Smart Device

* Dept. of Electronic Engineering, Kyonggi University

★ Corresponding author e-mail : gecrash@kyonggi.ac.kr, 031-249-9809

※ Acknowledgment

This research was supported by a research grant from GRRC(Gyeonggi Regional Research Center) at Kyonggi University (2015-0173)

Manuscript received Mar. 25, 2016; revised May. 20, 2016 ; accepted Jun. 21, 2016

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

CCTV는 최근 증가하는 사회 범죄로 인하여 보조 방법수단으로써 사용이 크게 증가하였다. 개인이나 사업체뿐만 아니라 자치단체들도 CCTV를 이용한 방법시스템을 구축하고 있다. 또한 CCTV 설치의 효용 가치와 설치 후 범죄 유형에 따른 발생 빈도 변화 및 예방 효과 등을 분석하는 연구도 이루어지고 있다[1][2].

그러나 기존의 CCTV를 활용한 방법 시스템은 사건이 발생하였을 때 녹화된 영상을 이용하여 사건 용의자의 인상착의 또는 상황을 확인하기 위한 용도로 사용될 뿐이다. 또한 실시간 모니터링을 하더라도 설치된 수많은 CCTV에 비해 모니터링 인력은 제한적일 수밖에 없으므로 사건해결에는 한계가 있다.

이런 단점을 보완하기 위하여 몇몇 지자체에서는 다양한 방법으로 방법서비스를 제공하고 있다. 경기도 안양시에서는 시민들이 스마트폰으로 자신의 귀가 시간과 목적지를 알려오면 근처 CCTV로 해당 시민을 집중 모니터링 하는 서비스를 발표하였으며[3], 서울시는 대중교통 이용 후 귀가에 이르기까지 동행해 주는 안심귀가 서비스도 시행되고 있다[4].

또한 이러한 치안에 대한 수요에 발맞추어 고해상도 CCTV, 적외선 CCTV 등 기능적 측면의 다양한 방법들과 실시간 객체 인식 시스템 등 지능형 시스템을 이용한 방법들이 제안되고 있다 [5][6].

한편 통합된 지능형 방법 시스템의 필요로 인하여 한국 유비쿼터스 도시협회에서는 “U-City”라는 이름하에 방법, 교통, 시설물관리, 방재, 환경감시 등을 통합 관리하는 방향으로 도시 개발 계획을 추진하는 연구가 활발히 진행 중이다[7]. 또한 CCTV와 스마트 디바이스를 활용한 방법 시스템인 스마트 케어 감시 시스템도 연구가 진행되고 있다[8][9].

스마트 케어 감시 시스템이란 스마트폰과 같은 스마트 디바이스에서 획득한 GPS 위치정보와 CCTV를 이용한 감시 시스템으로써 서비스 이용자를 주변의 CCTV가 추적하며 촬영하는 방법 시스템이다. 이 시스템의 전체 구성은 그림 1과 같으며, 구성은 스마트 디바이스를 이용한 신고자

단말기, 게이트웨이, CCTV를 제어하는 영역관리자 서버, Genetec 통합 관리 솔루션, 미디어 서버, PTZ(Pan, Tilt, Zoom)이 가능한 CCTV, 구조자 단말기로 이루어진다[10].

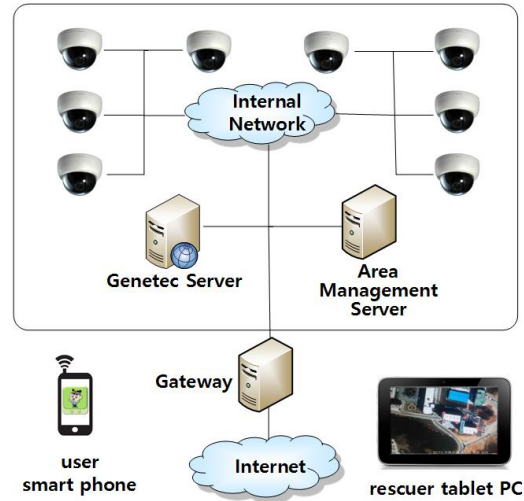


Fig. 1. The structure of a smart care surveillance system

그림 1. 스마트 케어 감시 시스템의 구조

스마트 케어 감시 시스템의 서비스는 이용자로 부터 시작된다. 이용자가 자신의 위치를 스마트 디바이스를 이용하여 시스템으로 보내면 영역관리자 서버는 각 CCTV를 제어하여 이용자를 촬영하게 된다. 그리고 이용자가 위급상황에 처했을 경우 자신의 위치정보 전송과 함께 신고하여 구조자 단말기를 소지하고 있는 경찰이 즉각 출동할 수 있으며 경찰은 구조자 단말기를 이용하여 신고자의 위치를 즉시 확인할 수 있어 실시간 대처가 가능하다. 이 시스템이 제공하는 서비스로는 응급상황 신고 서비스와 안심 귀가 서비스가 있다[11][12].

우리나라의 스마트폰과 같은 스마트 디바이스 보급률은 세계 최고 수준으로 보편화되어 있으며 모바일 네트워크도 전국 대부분의 지역에서 원활히 이용할 수 있으므로 이러한 지능형 감시 시스템을 이용하기에 유리하다고 할 수 있다. 또한 스마트 디바이스의 높은 하드웨어 성능으로 인하여 다양한 기능을 이용할 수 있으며, 특히 GPS 모듈을 이용한 LBS(Location Based Services) 기반 서비스 분야에 널리 이용되고 있다[13][14].

그러나 신고자의 위치를 파악하여 CCTV로 추

적하는데 사용되는 GPS 위치정보에는 기술적 한계로 인하여 지리적으로 수 m(미터)에서 수십 m 사이의 정확도 오차가 포함될 수 있다. 이는 CCTV가 신고자를 정확히 추적하는데 방해 요소가 되며 촬영한 영상에서 신고자가 벗어나는 결과를 초래한다. 이러한 단점을 보완하는 방법으로 두 대의 CCTV를 이용하여 GPS 오차값을 보정하는 방법이 있다[15]. 그러나 이 방법은 보정을 위해 이용자를 촬영 가능한 CCTV가 동시에 두 대 이상이 필요하다는 조건이 있다. CCTV가 아무리 조밀하게 설치되어 있더라도 동시에 두 대 이상의 CCTV가 이용자를 촬영할 수 없을 수 있으므로 보다 효과적인 방법이 필요하다.

본 논문에서는 CCTV를 이용한 방법 시스템 중 하나인 스마트 케어 감시 시스템의 단점인 위치 정보 오차값을 보정하는 새로운 방법을 제안한다. 위치 정보 오차값을 보정하기 위하여 한 대의 CCTV를 사용하여, 스마트 디바이스가 전송하는 GPS 위치 정보와 주변에 위치한 CCTV의 위도, 경도, 고도를 비교한 후 GPS가 가지는 오차값을 계산한다.

II. 한 대의 CCTV를 이용한 위치 보정법

1. GPS 위치 정보 오차의 특성 및 기존의 보정 방법

GPS 위치 정보는 지구를 공전하는 GPS 위성이 송출하는 전파를 수신하여 수신기의 위치를 결정하게 된다. 이렇게 결정된 위치에는 오차가 포함되며 따라서 GPS 위치 정보의 정확성을 떨어뜨리게 된다[16]. GPS 오차를 보정하는 방법으로 대표적인 방법이 DGPS(Differential GPS)를 이용한 방법이 있다. 그러나 일반적인 스마트폰과 같은 스마트 디바이스에서는 일반 GPS 수신기가 사용되므로 이 방법을 사용할 수 없으며 다른 오차 보정 방법이 필요하다.

일반적인 GPS 수신기는 크기는 수십 m의 오차를 가지게 되고 오차의 크기도 측정하는 시간에 따라 그 크기와 방향이 달라진다. 이는 시간에 따라 사용하는 GPS 위성의 전파가 다르고 대기의 상태도 다르기 때문이다. 그러나 GPS 위치 정보를 동일한 장소에서 짧은 시간동안 지속적으로

측정하였을 때 그 측정된 값은 비록 오차가 포함된 위치정보이지만 그 값의 크기가 거의 일정하다.

그림 2는 임의의 한 지점에서 약 20분간 측정된 GPS 위치 정보의 위도, 경도, 고도 값의 변화를 나타낸다[15]. 그림에서 보는 것과 같이 GPS 위치 정보는 짧은 시간동안의 값의 변화가 있지만 변화된 크기를 길이로 변환하였을 때 수십 cm 이내의 변화량이라는 것을 확인할 수 있다. 이러한 변화량은 GPS 위치 정보에 영향을 미치는 오차의 원인들도 짧은 시간 내에는 큰 변화가 없기 때문이다.

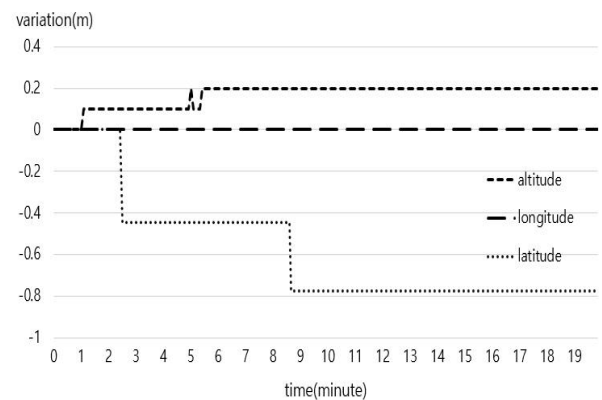


Fig. 2. The variation of latitude, longitude and altitude measured for 20 minutes at same point

그림 2. 동일한 지점에서 20분 동안 측정된 위도, 경도, 고도값의 변화

GPS 위치 정보의 또 다른 특징은 위치 정보를 측정 하였을 때 발생한 오차의 값이 거리가 멀지 않은 다른 지점에서도 유사하게 발생한다는 점이다. 즉, 거리가 멀지 않은 두 지점에서 각각의 GPS 위치 정보를 측정하고 발생한 오차 값을 비교하였을 때 그 값의 크기가 유사하다는 점이다 [15]. 표 1은 각 지점 사이의 거리가 수십 미터 이내의 7개 지점에서 발생한 오차값을 위도, 경도, 고도로 나누어 나타낸다. 측정 지점이 다르지만 지점간의 거리가 멀지 않다면 발생하는 오차가 유사하다는 것을 알 수 있다. 이 특징 또한 측정 지점의 거리가 멀지 않을 경우 GPS 위치 정보에 영향을 미치는 오차의 원인들이 크게 다르지 않기 때문이다.

두 가지 GPS 위치 정보의 특징으로 미루어보

아 GPS 위치 정보를 측정 하였을 때 발생한 오차값은 짧은 시간동안 넓지 않은 범위 내에서는 큰 차이를 보이지 않기 때문에 한번 오차값을 구할 수 있다면 GPS 수신기를 이동하면서 측정하더라도 위치 정보를 보정하여 보다 정확한 위치 정보를 알 수 있다. 따라서 기존에는 이러한 오차를 두 대의 CCTV를 이용하여 구하고 보정 작업을 수행하였다[15].

Table 1. GPS errors in neighbor positions

표 1. 인근 지점들에서 GPS 오차

location	latitude error(°)	longitude error(°)	altitude error(m)
1	0.000044	0.000008	23.9
2	0.000040	0.000008	24.0
3	0.000049	0.000010	23.0
4	0.000051	0.000016	23.3
5	0.000036	0.000002	22.1
6	0.000038	0.000013	22.3
7	0.000052	0.000017	21.9

그림 3은 두 대의 CCTV를 이용하여 이용자의 위치를 구하는 방법을 나타낸다. 두 대의 CCTV가 한명의 이용자를 향해 촬영하고 있다. 이때 두 CCTV의 위치와 CCTV가 향하고 있는 각도를 계산하면 이용자의 위치를 알 수 있고 이렇게 계산된 위치와 이용자가 소지한 스마트 디바이스로부터 수신된 GPS 위치정보를 비교함으로써 그 오차값을 구할 수 있으며 이 정보를 보정에 사용할 수 있다.

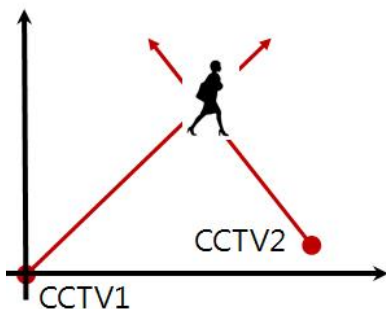


Fig 3. Calculating error value using two CCTVs
그림 3. 두 대의 CCTV들을 이용한 오차값 계산

그러나 이러한 방법은 반드시 두 대의 CCTV가 동일한 위치를 촬영할 수 있어야 하는 단점이 있다. 따라서 한 대의 CCTV만으로 보정할 수 있는

효율적인 방법이 요구된다.

2. 한 대의 CCTV를 이용한 위치 정보 보정 방법

본 논문에서는 스마트 케어 감시 시스템을 이용할 때 발생하는 GPS 위치 정보의 오차값을 한 대의 CCTV를 이용하여 보정하는 방법을 제안한다. 이 방법은 이용자가 CCTV 주변을 지나가는 과정에서 이용자의 이동 경로 중 두 지점에서 각각 GPS 수신위치와 실제 이용자의 위치를 비교 계산한 후 GPS 위치정보의 오차값을 계산한다.

스마트 케어 감시 서비스 이용 중에는 이용자의 스마트 디바이스에서 측정한 GPS 위치정보를 이용하여 CCTV가 이용자를 추적하며 촬영하게 된다. 그러나 GPS 위치정보에 오차값이 포함될 경우 CCTV는 이용자의 위치와는 다른 지점을 촬영하게 된다. 그림 4는 GPS 위치정보를 향해 촬영하는 CCTV의 상황을 나타낸다. GPS 위치정보는 이용자의 실제 위치와는 떨어진 허공을 나타내므로 CCTV는 이용자로부터 동쪽으로 떨어진 장소를 촬영하게 된다.

위치 정보 보정을 위한 첫 번째 단계는 CCTV를 제어하여 촬영하는 화면 정 중앙에 실제 이용자가 오도록 한다. 즉, GPS를 통해 취득한 위치 정보에서 위도와 경도를 임의로 증감하여 CCTV를 제어한다. 이때 이용자의 정확한 위치정보를 알 수는 없으나 CCTV와 CCTV가 가리킨 위치를 관통하는 가상의 직선 위에 이용자가 위치한다는 것을 알 수 있다.

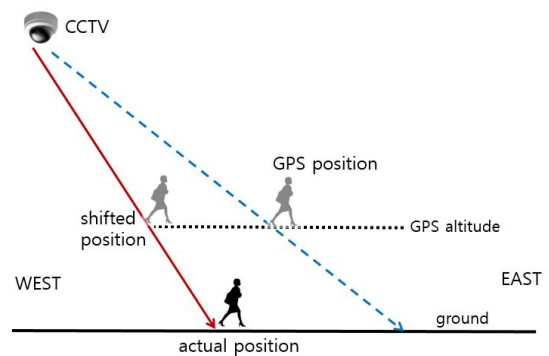


Fig 4. The real position tracing of the user with the CCTV control

그림 4. CCTV 제어를 통한 이용자의 실제위치 추적

다음은 이용자가 위치를 이동하여 다른 위치에 있을 때 앞서 수행한 작업을 다시 한 번 반복 수행하게 된다. 이번에도 CCTV를 제어하여 이용자를 향하게 되면 이용자가 위치한 가상의 직선을 얻을 수 있다. 이용자의 위치를 화면 정 중앙에 두는 이유는 CCTV가 제어되어 향하는 방향은 화면의 중앙을 기준으로 설정되며 이용자를 화면 중앙에 위치 시켜야 CCTV가 향한 방향의 각도를 이용하여 이용자의 위치를 계산할 수 있기 때문이다.

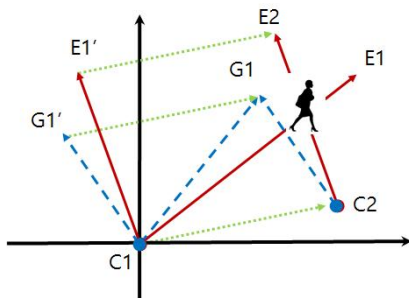


Fig 5. Parallel shifting of CCTV location
그림 5. CCTV 위치의 평행이동

다음 두 번째 단계는 앞서 획득한 위치정보를 기반으로 지면을 x, y 좌표로 설정하고 두 개의 직선의 방정식을 사용하여 이용자의 위도, 경도를 구할 수 있다. 그림 5는 CCTV의 위치와 앞서 첫 번째 단계에서 구한 두 직선을 x, y 좌표에 나타낸 것이다. CCTV의 위치를 $C1$ 로 나타내고, 두 개의 직선을 구할 때 수신한 GPS 위치를 $G1, G1'$ 로 표시하고, CCTV를 제어하여 향하는 위치를 $E1, E1'$ 로 각각 나타낸다. GPS 위치정보 오차값의 특성은 짧은 시간동안은 그 크기가 일정하므로 실제 이용자의 위치와 이용자가 소지한 스마트 단말기에서 측정된 GPS 위치값과의 차이도 일정하다. 그러므로 $E1, E1'$ 와 각각의 이용자와의 위치 사이의 차이도 같다.

따라서 그림 5에서 두 번째 직선을 구할 때 사용한 $G1', E1', C1$ 의 위치를 평행 이동하여 나타낼 수 있다. 이때 이동한 값은 $G1$ 과 $G1'$ 의 차이만큼 이동하여 $G1$ 과 $G1'$ 의 위치를 같게 한다. 마찬가지로 이용자의 실제 위치도 이동하여 같은 위치에 있게 된다. 이동한 $G1', E1', C1$ 의 값을 다시 $G1, E2, C2$ 로 나타내고 마치 두 대의

CCTV에서 동시에 이용자를 촬영하여 GPS 위치 정보의 오차값을 구하는 상황과 유사하게 구성할 수 있다.

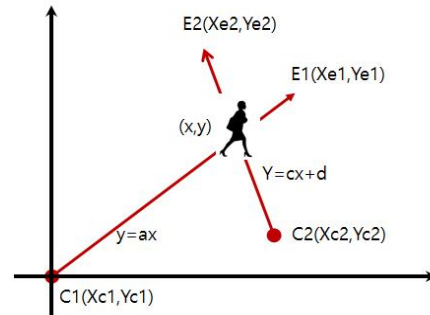


Fig 6. Equation of a straight line to the location of the user
그림 6. 이용자의 위치에 대한 직선의 방정식

세 번째 단계는 그림 6과 같이 x, y 좌표에서 두 직선의 방정식을 이용하여 실제 이용자의 위치정보 중 위도와 경도를 구하는 과정이다. CCTV와 평행 이동된 가상의 CCTV는 각각 좌표 $C1 : (Xc1, Yc1), C2 : (Xc2, Yc2)$ 로 나타낼 수 있다. 또한 이용자를 화면 정 중앙에 놓기 위해 사용된 위치는 $E1 : (Xe1, Ye1), E2 : (Xe2, Ye2)$ 로 나타낸다. 또한 두 번째 직선을 구할 때 이용자의 위치도 같이 평행 이동하여 나타낼 수 있다. 이때 이용자의 위치는 $C1$ 과 $E1$ 의 사이, 그리고 $C2$ 와 $E2$ 사이에 위치한다. 따라서 두 직선이 만나는 지점에 이용자의 실제위치 (x, y) 가 있다. (x, y) 는 두 직선을 이용하여 만든 방정식으로 구할 수 있으며 이 방정식은 그림 6과 같이 $y = ax, y = cx + d$ 로 둔다. 두 방정식을 만들기 위한 값 a, c, d 는 식 (1)과 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{(Ye1 - Yc1)}{(Xe1 - Xc1)} \\
 c &= \frac{(Ye2 - Yc2)}{(Xe2 - Xc2)} \\
 d &= (Yc2 - Yc1) + (Xc1 - Xc2) \times c
 \end{aligned} \tag{1}$$

그리고 이 방정식을 이용하여 이용자의 실제위치 (x, y) 는 식 (2)와 같이 쓸 수 있다.

$$x = \frac{d}{(a - c)}, \quad y = \frac{(a \times d)}{(a - c)} \tag{2}$$

이렇게 구한 x, y 값은 좌표의 중심점을 기준으로 구한 값이므로 실제 이용자의 위치정보 위도, 경도는 식 (3)과 같다.

$$\text{이용자 실제위치의 위도} = y + Y_{c1} \quad (3)$$

$$\text{이용자 실제위치의 경도} = x + X_{c1}$$

이렇게 구한 이용자의 위치는 위도와 경도이며 고도를 추가로 계산해야한다. GPS 위치정보인 위도, 경도, 고도 중에 가장 오차가 큰 부분이 고도이며 일반적인 평면 지도에서는 쓰임새가 크지 않으나 CCTV 촬영을 위한 제어부분에서 tilt(틸트) 값을 결정하는 가장 중요한 값이라고도 할 수 있다.

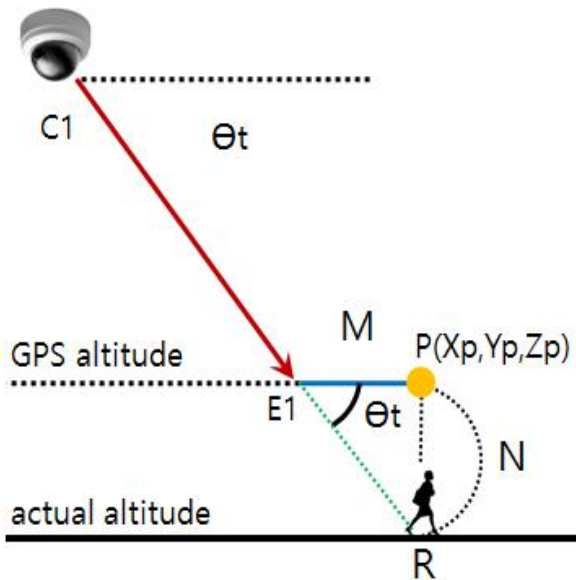


Fig 7. The situation that user altitude is lower than the altitude of the GPS.

그림 7. 이용자의 실제 고도가 GPS 고도보다 낮은 경우

네 번째 단계는 CCTV의 고도와 수신한 GPS 위치정보의 고도를 이용하여 실제 이용자의 고도를 구할 수 있다. 수신한 위치정보의 고도와 이용자의 실제 고도는 어느 것이 더 높은지 알 수 없으므로 그림 7과 그림 8의 두 가지 경우로 나타낼 수 있으며, 이 두 그림은 첫 번째 직선을 기준으로 작성하였다.

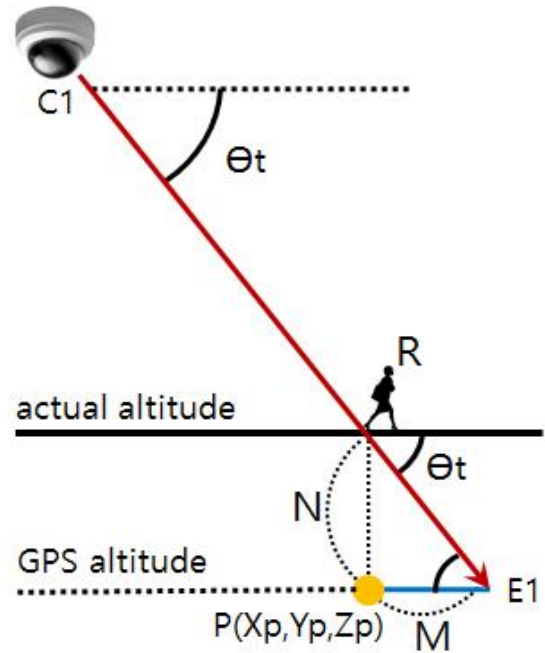


Fig 8. The situation that user altitude is higher than the altitude of the GPS.

그림 8. 이용자의 실제 고도가 GPS 고도보다 높은 경우

그림 7과 그림 8에서 이용자의 실제 위치는 R로 나타내며 GPS 위치정보의 고도와 같고 R에서 수직으로 이동한 위치가 P(Xp, Yp, Zp)이다. 이미 E1의 위치와 R의 위도, 경도를 알고 있으므로 식 (4)를 통하여 E1과 P 사이의 차이 값 M을 구할 수 있다.

$$M = \sqrt{(X_p - X_{e1})^2 + (Y_p - Y_{e1})^2} \quad (4)$$

또한, M을 사용하여 이용자의 실제 고도와 GPS 위치 고도 사이의 차이값 N도 식 (5)에 의해 계산할 수 있다.

$$N = M \times \tan(\theta_t) \quad (5)$$

고도 차이 값 N을 계산하였으나 이용자의 고도와 GPS 위치 값의 고도 중 어느 값이 큰지 알 수 없으므로 마지막 다섯 번째 단계에서 고도의 높낮이를 판단한다.

Table 2. Determination of the user altitude and GPS altitude

표 2. 이용자 고도와 GPS 고도의 상대적 판별

user altitude > GPS altitude	user altitude < GPS altitude
$\{(Xc1 < Xr < Xe1) \text{ or } (Xe1 < Xr < Xc1)\}$ and $\{(Xc2 < Xr < Xe2) \text{ or } (Xe2 < Xr < Xc2)\}$ and $\{(Yc < Yr < Ye1) \text{ or } (Ye1 < Yr < Yc1)\}$ and $\{(Yc2 < Yr < Ye2) \text{ or } (Ye2 < Yr < Yc2)\}$	otherwise

그림 6에서 CCTV와 CCTV가 가리키는 E1 또는 E2 사이에 이용자가 위치한다. 일반적으로 CCTV는 이용자보다 높은 곳에 설치되므로 그림 8의 경우처럼 E1과 E2의 고도가 이용자의 고도보다 낮은 상황이다. 반대로 E1과 E2의 위치가 CCTV와 이용자 사이에 위치한다면 그림 7처럼 E1과 E2의 고도가 이용자의 고도보다 높다고 할 수 있다. 따라서 이용자와 CCTV 그리고 CCTV가 가리키는 지점의 위도와 경도를 비교하면 이용자의 고도와 GPS 고도 사이의 높낮이를 판단할 수 있다. 이용자의 실제위치 R을 (X_r, Y_r, Z_r) 라고 할 때 표 2를 통해 판단할 수 있다[15].

수신된 GPS 위치가 $G1 : (X_g, Y_g, Z_g)$ 일 때, 이용자 고도(Z_r)가 수신된 GPS 고도(Z_g)보다 낮을 때 계산된 고도 차이 N 을 이용하여 식 (6)과 같이 실제의 이용자 고도를 구할 수 있다. 반대의 경우, 식 (7)과 같이 구할 수 있다.

$$Z_r = Z_g - N \quad (6)$$

$$Z_r = Z_g + N \quad (7)$$

III. 위치 보정 실험 및 결과

스마트 케어 감시 시스템을 이용할 때 발생하는 GPS 위치정보의 오차 문제를 보완하기 위하여 한 대의 CCTV를 이용한 보정 방법을 실험하였다. 실험에 사용된 시스템은 다양한 CCTV 제어 프로토콜을 수용하여 대부분의 CCTV에 대한 연결이 가능한 Genetec 통합 솔루션을 이용하였으며, CCTV를 제어하고 보정을 위한 프로그램 개발은 Windows 8.1 환경에서 Visual C++.NET을 이용하였다. 또한 CCTV의 GPS 위치를 측정

하기 위하여 오차 반경 0.7m 이하의 아센 AKNB GPS 수신기를 이용하였다. 실험은 한 대의 CCTV를 이용하여 GPS 위치정보만을 이용하여 이용자를 추적하는 실험을 진행하고 오차를 보정한 뒤 같은 방법으로 실험 한 뒤 두 실험에서 촬영된 영상에서 이용자가 화면 중심에서 얼마나 떨어졌는지 픽셀단위의 수치를 비교하였다.

그림 9는 GPS 오차를 보정하기 전 촬영한 영상이며 이용자가 영상화면에서 한쪽으로 치우친 것을 볼 수 있다. 반면에 그림 10는 CCTV를 이용하여 보정한 후 이동 중인 영상이다. 수신된 GPS 위치정보를 위도, 경도, 고도별로 보정한 뒤 CCTV로 제어하였기 때문에 보정 전보다 훨씬 화면 중심에 가까운 것을 알 수 있다.

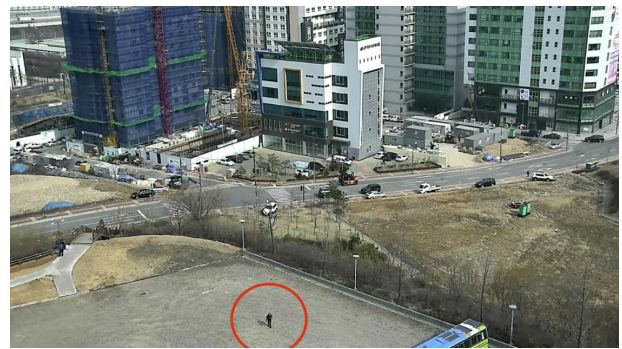


Fig 9. The video of CCTV before correction of GPS location

그림 9. 위치정보 보정 전 CCTV 촬영영상

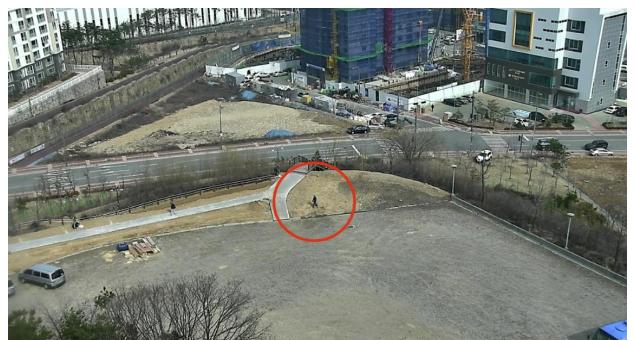


Fig 10. The video of CCTV after correction of GPS location

그림 10. 위치정보 보정 후 CCTV 촬영영상

보정값은 위도, 경도, 고도 별로 각각 산출되어 이후 수신되는 GPS 위치정보에 지속적으로 적용되므로 CCTV가 이용자를 촬영하는 동안 지속적으로 보정된다. 또한 이용자가 위치를 이동하여 다른 CCTV로 촬영하더라도 이미 산출된 보정 값

을 지속적으로 사용하여 보정할 수 있다.

그림 11은 오차 보정 전과 후에 촬영한 영상에서 화면 중심과 이용자의 거리를 픽셀 단위로 계산한 것을 나타낸다. 각각 10분 동안 촬영하였으며 30초마다 화면 중심과의 거리를 계산하여 나타내었다. 보정 후 그래프는 보정 값을 산출한 직후부터 동일한 보정 값을 10분 동안 적용하였다. 보정 전에는 거리 값이 큰 반면 오차 보정 후 거리가 많이 줄어든 것을 알 수 있다. 보정 전에는 거리가 평균 약 511 픽셀이며 보정 후 평균 약 119 픽셀로 약 77% 퍼센트 줄어든 것을 알 수 있다.

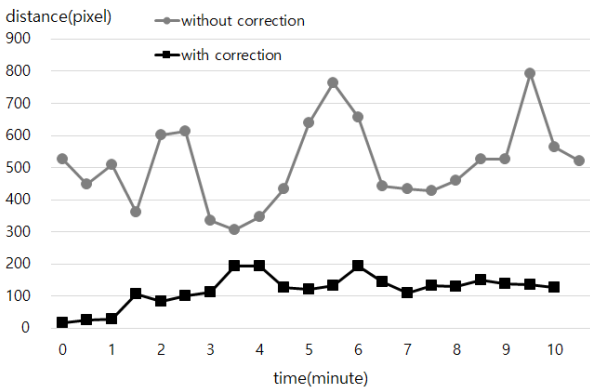


Fig 11. Distance between the user and the center of screen in CCTV video.

그림 11. CCTV에서 이용자와 화면 중심부 간의 거리

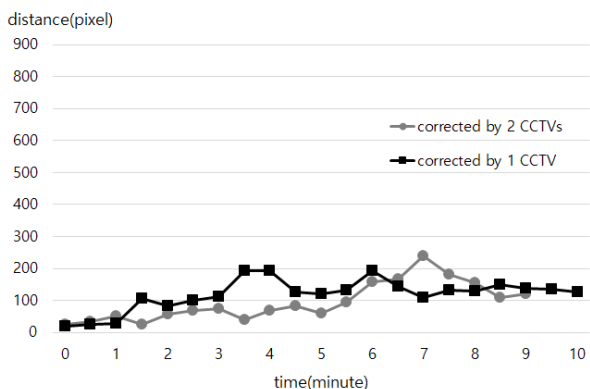


Fig 12. Distance between the user and the center of screen in CCTV video.

그림 12. CCTV에서 이용자와 화면 중심부 간의 거리

그림 12는 두 대의 CCTV를 이용한 오차보정 방법과 비교한 그래프이다. 보정 값을 산출한 직후 10분 동안 지속적으로 적용하여 GPS 위치정보를 보정하였다. 두 대의 CCTV를 이용하여 오

차를 보정한 결과와 비교하여 유사한 보정효과를 나타내는 것을 알 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 CCTV와 스마트 디바이스를 이용한 스마트 케어 감시 시스템에서 이용자의 위치를 파악하는데 중요한 역할을 하는 GPS 위치정보의 오차 값을 보정하는 방법을 제시하였다. 기존에 스마트 케어 시스템에서는 두 대의 CCTV를 이용하여 오차 값을 보정하였으나 이 방법은 이용자를 동시에 촬영 가능한 CCTV가 두 대 이상 필요하다는 단점이 있다. 하나의 CCTV를 이용한 오차 값 보정 방법은 이러한 단점을 개선하면서도 유사한 보정 효과를 낼 수 있는 장점이 있다.

향후 연구 과제로는 서로 다른 두 대 이상의 CCTV를 서로 다른 시간과 장소에 이용자를 확인하여 GPS 오차값을 보정하는 방법도 가능하다. 또한 시간이 경과함에 따라 화면 중앙에서 거리가 조금씩 멀어지므로 주기적인 재보정에 대한 연구가 필요하다.

References

[1] Kwak Yun-Gil and Lim Tae-Hee, "A Study on the CCTV Effective Utilization Method for the Crime Prevention and Action", *Journal of Korean Public Police and Security Studies*, Vol.8 No.2, pp.119-144, Aug. 2011.

[2] Min-Hyouk Yim, Jun Hyun Hong, "Directions of Crime Prevention Policy Through the Analysis of Crime Prevention Effects of CCTV", *Korean Policy Sciences Review*, 12(4), Dec, 2008.

[3] Gyeonggi G News, "Give attention to woman safe return home App if the night walking is fearful", <http://ggholic.tistory.com/2454>, Jan. 13, 2011.

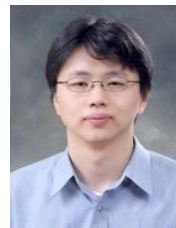
[4] Woman and Family Policy in Seoul, "Scout for safely returning home for women, Operate in entire area of Seoul", <http://woman.seoul.go.kr>, May. 9th, 2014.

- [5] Ik-Soon Kim, Hyun-Shik Shin, "A Study on Development of Intelligent CCTV Security System based on BIM", *Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, 6(5), pp.789-795, Oct. 2011.
- [6] Young Ho Kim, Jin Hong Kim, "Development of Real-Time Face Region Recognition System for City-Security CCTV", *Journal of the Korea Multimedia Society*, 13(4), pp.504-511, Apr. 2010.
- [7] Jae-duck Yoo, Ik-Soon Kim, Bae-Hun Kim, Hyun-sick Shin, "A Monitoring Way and Installation of Monitoring System using Intelligent CCTV under the u-City Environment", *The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, Vol. 3, No. 4, pp. 313-321, Apr. 2008.
- [8] Kyungtae Kim, Kiyong Kim, Dongsu Seong, Keonbae Lee, "A Smart Care Surveillance System supporting various CCTV Cameras", *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, Vol.17, No.4, pp.104-110, Feb. 2013.
- [9] Kyungtae Kim, Dongsu Seong, and Keonbae Lee, "A Smart Remote Surveillance System using GPS Correction and Smart Device", *Korean Institute of Information*, pp.181-191, Nov. 2012.
- [10] Eunsung Park, Kiyong Kim, Dongsu Seong, Keonbae Lee, "Implementation of CCTV Security Services Using GPS Precision Improvement", *Journal of Korean Institute of Information Technology*, 12(3), pp.187-202, Mar. 2014.
- [11] Dongsu Seong, "Emergency situation call service processing several location information based CCTV camera status", *The Journal of Korean Institute of Next Generation Computing*, Vol.11, No.6, Dec. 2015.
- [12] Keonbae Lee, "Implementation of Smart Safe Return Service supporting Multiple Users", *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, Vol.19, No.4, Dec. 2015.
- [13] Kyoung-ho Kim, Sang-Woong Lee, "Positioning System for the Blind Navigation", *The Journal of Korean Institute of Next*

- Generation Computing*, Vol.8, No.4, pp.6-16, Aug. 2012.
- [14] Donghun Ju, Gwangsu Kim, Wontae Yim, Mikyeong Moon, "Development of Android Based Group Tour Supporting System Using Smart Mobile Devices", *The Journal of Korean Institute of Next Generation Computing*, Vol.9, No.5, pp.49-58, Oct. 2013.
- [15] Eun-Seong Park, Ki-Yong Kim, Dong-Su Seong, "A Correcting Method of the GPS Location Information using two CCTVs in Smart Care Surveillance System", *The Journal of Korean Institute of Next Generation Computing*, Vol.11, No.1, pp.53-63, Feb. 2015.
- [16] E. Kaphan and C. J. Hegarty, "Understanding GPS : Principles and Applications", 2nd Ed., Artech House, 2006.

BIOGRAPHY

Eunsung Park (Member)



2008 : BS degree in
Electronic Engineering,
Kyonggi University.
2010 : MS degree in
Electronic Engineering,
Kyonggi University.

2014 : PhD degree in Electronic Engineering,
Kyonggi University.

2014 ~ present : Researcher, Dept. of
Electronic Engineering, Kyonggi University

Kiyong Kim (Member)



2001 : BS degree in
Electronic Engineering,
Kyonggi University.
2003 : MS degree in
Electronic Engineering,
Kyonggi University.

2007 : PhD degree in Electronic Engineering,
Kyonggi University.

2014 ~ present : Visiting Professor, Dept. of
Electronic Engineering, Kyonggi University