

위치기반 영역 설정 방법 및 이탈 검출의 최적화 기법

Location-based Area Setup Method and Optimization Technique for Deviation Detection

최재현, 임양원, 임한규
안동대학교 멀티미디어공학과

Jae-Hyun Choi(skylovesoul@nate.com), Yang-Won Lim(limyw@anu.ac.kr),
Han-Kyu Lim(hklim@anu.ac.kr)

요약

최근 IT산업의 발전은 우리의 삶을 보다 윤택하게 만들어주고 있다. 특히, 스마트폰의 GPS를 이용하여 개인의 위치를 검출하는 다양한 연구가 진행되고 있으며, 긴급구조기관 등에서 적극 활용하려 하고 있다.

하지만 기존 이러한 방식은 임의의 반경 영역을 생성하여 사용자가 해당 영역이 설정된 공간에 진입하거나 이탈하였을 경우 미리 지정된 사용자의 보호자나 관계기관으로 사용자의 위치정보를 전송하는 방법이 시행되고 있지만 특정 길, 놀이동산과 산행 등 정형화되지 않은 공간 및 경로에 대해서는 기존의 반경 영역을 생성하는 방식을 사용할 경우 세부적인 영역 설정이 어려웠다.

본 논문에서는 스마트 기기나 웹에서도 세부적인 영역을 쉽게 설정하기 위해 기존 서비스에서 이용하는 반경 방식을 개선하여 반경과 반경 사이를 연결하여 영역을 설정하는 방법을 제안하였다. 또한 제안하는 위치 기반 영역 설정 방법 및 이탈 검출을 활용하여 사용자의 위치를 검출하는 연산 과정에서 연산 결과를 비교하여 자원 사용을 최적화할 수 있는 방법을 제안한다.

■ 중심어 : | 영역설정방법 | 영역이탈검출 | 위치기반 서비스 |

Abstract

Recent advancements in the IT industry have made daily life more convenient than ever before. In particular, studies have focused on the position detection of individuals using the GPS in smartphones, and this application has been utilized actively in emergency rescue organizations.

However, existing methods send the location information of a user to a predetermined guardian set by the user or to a control center when the user enters into or deviates from a predetermined space. Such spaces are created by an arbitrary radius, thereby making it difficult to set a detailed area by using an existing radius-area creation method in an unstructured space and path with a specific road, such as for trekking, amusement parks, or mountaineering.

This study proposes a novel method for setting up an area by connecting multiple radii to improve the existing radius-area creation method in order to easily set a detailed area in smart devices or on the Internet. In addition, an optimization method for resource use is proposed by comparing the operation results in which a user's location is detected by using the proposed location-based area setup method and deviation detection.

■ keyword : | Area Setup Method | Activity Area Detection | Location-based Service |

I. 서론

IT기술의 발전으로 인해 개인의 일상생활 방식이 바뀌었다. 언제 어디서나 스마트폰을 활용한 다양한 업무가 가능해 졌고, 기존의 휴대전화에서 사용할 수 없었던 새로운 종류의 어플리케이션이 많이 등장하였다. 스마트폰은 다양한 센서와 높은 성능으로 시장을 재편했고, 이를 기반으로 사용자에게 편리한 유·무료 어플리케이션이 많이 등장하였고, 일부 어플리케이션의 경우 개인용 컴퓨터에서 할 수 없었던 다양한 기능까지 제공하고 있어 스마트폰과 스마트폰 어플리케이션의 발전 가능성은 앞으로도 높을 것으로 보인다[1].

스마트폰은 사용자가 항상 소유하고 있는 디바이스이므로 스마트폰 어플리케이션을 이용하여 개인안전을 지키고자 하는 연구가 많이 이루어지고 있다. 특히, 스마트폰에 내장된 GPS(Global Positioning System)와 다양한 센서들을 활용하여 사용자가 넘어졌거나 움직이지 않은 경우, 사용자의 현재 상태를 파악하여 문자나 SNS(Social Network Service)를 통해 위기상황에 처한 요구조자의 상태와 위치정보를 긴급구조기관에 전송하는 방법 등의 연구가 집중적으로 이루어지고 있다[2].

현재 안드로이드 마켓이나 애플 스토어에 등록된 이와 관련한 서비스들의 수준은 아직 도입기에 머물러 있다. 긴급 상황 발생 시 간편하게 긴급구조기관에 신고를 할 수 있는 어플리케이션의 경우 신고자의 정확한 위치를 파악하기 위해 GPS를 이용하는 것이 좋다고 권장한다. 하지만 대다수의 사용자들이 배터리나 스마트폰 사용법의 미숙으로 GPS센서를 활성화 하지 않은 채 구조를 요청을 하는 경우가 많고 실내에 사용자가 있는 경우 GPS를 이용해서 정확한 사용자의 위치를 파악할 수 없는 문제를 가지고 있다. 이 경우 긴급구조기관은 사용자가 위치한 기지국 기반의 위치정보를 전송하게 되고 많은 오차를 발생하여 요구조자의 수색 및 구조시간이 오래 걸릴 수 있다. 이를 해결하기 위해 요구조자의 스마트폰 GPS, WiFi를 원격으로 동작시켜 위치추적을 할 수 있는 시스템을 경찰청에서 구축하였지만 실내 및 디바이스의 제조사, 통신사, 운영체제 등에 따라 불가능한 경우가 있어 대응책 마련이 시급하다.

대표적인 서비스로 안전행정부에서 개인의 안전한 귀가를 돕기 위해 시행중인 스마트 안전귀가 어플리케이션이 있다. 앞에서 언급한 문제점을 해결하기 위해 어플리케이션 실행 시 강제적 GPS사용을 권장하고 있으며, 사용자가 직접 자신의 활동영역과 위험영역을 설정하고 해당 영역을 진입하거나 이탈하게 되면 미리 등록된 연락처나 유관기관 등으로 자신의 위치정보와 상황을 능동적이고 빠르게 전송할 수 있는 장점이 있다[3].

해당 어플리케이션처럼 대부분의 서비스들은 사용자의 활동영역과 위험영역을 생성하기 위해 반경을 이용하는 반경영역설정방식을 사용한다. 반경영역설정방식은 중심점을 지정하고 중심점에서부터 반경의 크기를 설정해서 원으로 영역을 생성하는 방식이다. 이 방식은 스마트폰과 태블릿 환경에서 영역을 쉽게 생성할 수 있어 적합하고 검출 연산이 간단하지만 구체적이고 정형화된 영역 설정에는 적합하지 않다[4]. 예를 들어 [그림 1]과 같이 사용자가 A에서 B까지 이동하는 경로를 반경영역설정방식으로 설정해 보면 산행이나 공원 산책로처럼 임의의 경로나 정형화된 형태를 취하고 있는 공간에서 반경영역설정방식을 사용하여 사용자의 활동영역을 설정하게 된다면 세부적인 영역설정을 위해 많은 영역을 생성해야하고 영역 이탈 연산 시 영역이 많이 중첩되는 문제를 가지고 있다. 또 [그림 2]와 같이 큰 원으로 설정한 경우 잉여영역에 대한 오차가 존재한다.



그림 1. A에서 B까지 반경영역설정방식 영역설정

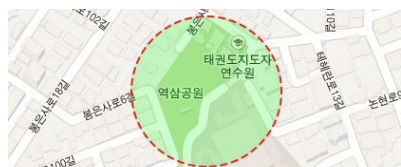


그림 2. 일반적인 단일 원 반경영역설정방식

본 논문에서는 기존의 반경영역설정방식을 이용하여 세부적인 정형화된 형태나 경로영역을 설정하는 경우 많은 수의 중심점을 설정해야하는 문제를 개선하고 스마트폰이나 웹에서도 사용자가 경로나 세부적인 영역의 설정을 원활하게 할 수 있는 새로운 위치기반 영역 설정방법 및 이탈 검출방법을 연구하였다. 나아가 제안하는 영역 설정방법 및 이탈 검출연산과정의 성능을 최적화 할 수 있는 기법을 제시한다.

II. 관련연구

1. 위치기반 서비스(Location-based service)

GPS(Global Positioning System)가 스마트폰에 내장된 이후 사용자의 정보를 기반으로 하는 콘텐츠들이 많이 나오기 시작하였다.



그림 3. 위치기반을 활용한 다양한 콘텐츠

스마트폰의 개방된 개발 환경은 기획자들의 다양한 상상력을 이끌어낼 수 있었고, 이는 위치기반 서비스에 해당 콘텐츠들이 실생활에서 유용한 정보를 제공하는 것은 물론 게임 속에서 느낄 수 있었던 재미요소까지 추가할 수 있었다. 위치기반을 이용한 대표적인 서비스로 [그림 5]의 foursquare가 있다. foursquare는 사용자가 방문한 장소의 정보를 쉽고 간단하게 공유할 수 있고 많이 방문한 장소의 경우 foursquare 내부에서 장소의 명예 주인이나 명예 시장이 될 수 있어 위치기반 서비스를 이용하여 자연스러운 홍보효과가 가능해졌다.

증강 현실(Augmented Reality, AR)을 이용한 콘텐츠는 위치기반과 접목하여 기존에는 볼 수 없었던 다양한 시각 정보를 제공해 줄 수 있어 Google Glass와 같은 웨어러블 컴퓨터(wearable computer)가 상용화 될 경우 게임이나 하나의 문화로 발전 가능성이 매우 높아

향후 그 귀추가 주목된다. 이외에도 분실 휴대폰 찾거나 허가된 상대방의 위치를 확인할 수 있는 서비스, 자녀의 현재 위치 및 이동상황 등을 확인하고 관리하는 서비스, 요구조자의 정확한 위치를 전송하여 구조를 빠르게 도와주는 서비스 등 위치기반 콘텐츠와 서비스는 향후 새로운 문화를 이끌어 나갈 미래기술로 각광받고 있다[5].

2. 위치기반 서비스의 측위 방식

2.1 GPS기반 측위방식

GPS기반 측위방식은 지구 상공 약 20,200km의 정지 궤도에 위치한 위성을 이용한 측위 방식이다.

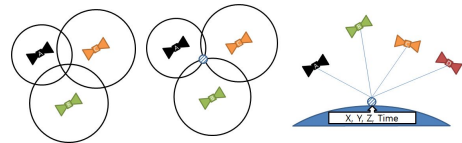


그림 4. GPS를 이용한 위치 측위방법

[그림 4]와 같이 GPS는 사용자의 정확한 위치를 측위하기 위해 기본적으로 삼변측량법 기반으로 위치를 결정하기 때문에 3기의 위성신호를 필요로 한다. 3기의 위성에서 출발한 라디오전파의 GPS수신기까지 도달 시간을 분석하여 사용자의 위치를 파악한다. 하지만 정지궤도에서 초속 8km의 빠른 속도로 이동 중인 GPS의 신호를 그대로 사용할 경우 지연시간에 따른 잘못된 위치정보를 받게 된다.

이러한 오차를 보정하기 위해서 GPS수신기에는 상대성이론의 원리를 이용해 현재 시간과 움직이는 위성의 위치와 시간을 계산하여 오차를 보정하는 방식이 적용 되었고, 이를 계산하기 위해 시간을 보정할 수 있는 위성까지 최소 4기 이상의 위성 신호를 수신해야 한다.

GPS는 대기권의 오차, 날씨, 건물 등 다양한 요인으로 인해 오차를 가지고 있으며 일반적인 GPS의 오차는 10m~20m정도다[6].

2.2 지지국 기반 측위방식

GPS를 사용하지 않거나 사용할 수 없는 스마트폰에

서는 기본적으로 접속된 모바일 네트워크를 이용하여 기지국 기반 측위방식을 사용한다. 해당 측위방식은 접속된 모바일 네트워크를 구성하는 최소 단위인 셀(Cell)의 중심에 있는 기지국의 물리적인 위치정보를 즉시 단말기로 반환하는 방법으로 이 방식을 사용하는 경우 일반적으로 0.5km~2km이상의 위치오차가 발생한다. 셀의 크기가 작으면 작을수록 위치 서비스의 정확도를 높일 수 있지만 설치된 지역에 따라 셀의 밀도가 다르며 산간지방의 경우 기지국 1기의 권역반경 20km를 담당하는 구역도 있다. 이러한 방식을 Cell-ID 방식이라고 하고 기본 위치 측위 방식으로 사용되었다[7]. 초기형태의 Cell-ID방식은 단순하게 접속된 기지국의 중심위치만으로 사용자의 위치를 파악 하였지만 GSM(Global System for Mobile Communications)이동통신 기기부터는 GPS의 시간간연 오차수정 방식과 같은 원리로 모바일 네트워크 신호가 도달하는 시간을 분석하여 사용자의 위치 정확도를 보정한 Enhanced Cell-ID 방식을 사용한다.

현재는 단일 기지국 외에 둘 이상의 기지국의 신호를 이용하여 사용자의 위치 정확도를 높이는 방식이 연구 중이다. AOA(Angle of Arrival)방식과 TOA(Time of Arrival)이 TDOA(Time Difference of Arrival)이 여기에 해당된다[8].

2.3 하이브리드 측위 방식

2.1절의 일반적인 GPS방식을 S-GPS(Standalone eGPS)방식이라고 한다. GPS수신기가 처음 동작하게 되면 50bps의 속도로 위성의 신호와 궤도정보를 수신하기 까지 최대 12분 30초가 소요된다. 이 시간을 초과하는 경우 GPS 위치를 찾을 수 없다. 처음 내비게이션을 구입하여 사용하는 경우 GPS정보를 수신하기 위해 시간이 오래 걸리는 이유이다.

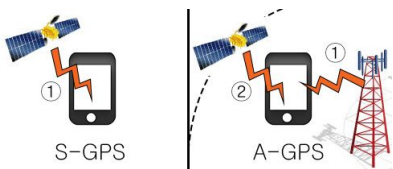


그림 5. 일반 S-GPS(좌)와 하이브리드 방식(우) 비교

따라서 [그림 5]와 같이 일반적인 S-GPS의 경우 위성의 위치와 신호 및 시간을 잡기까지 매우 오래 걸렸다. 이를 개선하기 위해 나온 방식이 A-GPS(Assisted GPS) 방식이다. 모바일 네트워크의 빠른 데이터 전송 속도를 기반으로 현재 위치를 얻고자 하는 사용자의 상공을 지나는 최신 위성 궤도 정보([그림 5]-①)를 수신 받아 사용자의 위치([그림 5]-②)를 측위 할 수 있어 하이브리드 방식 측위기법이다[9].

2.4 WiFi 기반 측위방식

WiFi기반 측위방식은 기지국 기반 측위방식 중 기지국 측위방식과 비슷하다.



그림 6. 고정위치를 갖는 WiFi 측위방식

WiFi 중계기의 경우 신호범위가 평균 반경 100m정도이며 사용자의 스마트폰은 위치를 받고자 하는 WiFi에 접속된 상태여야 한다. 이렇게 접속된 경우 [그림 6]과 같이 WiFi로부터 고정된 위치정보를 수신 받게 되고 이를 통해 사용자의 위치가 결정된다.

WiFi의 고정된 위치정보는 다음과 같이 입력된다. 통신사에서 제공하는 WiFi의 경우 정확도를 높이기 위해 설치된 장소의 정확한 위치를 WiFi 설치 시 미리 입력해 두는 방식을 사용한다. 가정에 설치된 WiFi의 경우 접속한 지역 망이나 가까운 라우터(아파트 단지 내)에 등록된 위치정보를 기반으로 하여 위치정보를 반환하고 일부 사설 WiFi의 경우 위치정보의 입력이 되지 않았고 라우터정보를 얻어올 수 없어 위치측위가 불가능한 경우도 있다[10].

3. 지구상의 두 지점 사이의 거리 계산

GPS좌표(위도, 경도) 값을 이용해서 단순하게 좌표평면 위의 두 지점사이의 거리를 계산하는 방법을 이용

하면 실제 거리에 대한 오차가 많이 발생한다. 이는 좌표평면과 달리 실제 지구가 둥근 구 형태이기에 발생하는 문제이다. 따라서 본 논문은 구면상 두 지점사이의 거리 계산을 위해 하버사인공식(Haversine formula)을 사용한다[11].

아래 수식(1)은 본 논문에서 두 지점사이의 거리를 계산하기 위해 사용한 하버사인공식이다. 지구의 구조는 완벽한 구가 아니어서 하버사인공식을 사용하여 계산할 경우 0.3%(100km 당, 300m)의 오차가 발생한다. 따라서 대부분의 하버사인 공식은 가까운 두 지점사이의 거리를 계산하거나 또는 공항과 공항 사이를 이동하는 항공기의 대권항로 거리 계산에 많이 사용된다. 항공기는 지형지물의 영향을 받지 않기 때문이다.

해당 오차를 해결하기 위한 더욱 정밀한 공식으로 빈센티 공식(Vincenty's formula)이 있다[12]. 하버사인 공식보다 높은 정확도를 가진 공식이지만 수식의 복잡도와 추가로 필요한 각도계산이슈, 그리고 모바일 기기의 연산처리 문제로 본 논문에서는 배제되었다.

$$\begin{aligned}
 x &= \sin^2\left(\frac{\Delta\phi}{2}\right) + \cos(\phi_1) \cdot \cos(\phi_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \\
 y &= 2 \cdot \operatorname{atan2}\left(\sqrt{x} \cdot \sqrt{1-x}\right) \\
 d &= R \cdot y \\
 (\phi: \text{위도}, \lambda: \text{경도}, R(\text{지구반지름}): 6.371\text{km}, d: \text{거리})
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

4. 개선 전 기존 경로 설정 및 영역 검출 방법



그림 7. 기존의 반경 영역 설정 방법

4.1 기본 메커니즘

기존의 LBS 기반 경로 이탈 검출에 관한 연구[2]에서는 [그림 7]과 같이 반경의 크기가 (r)로 동일한 반경을 가지는 원 2개를 생성하고 두 원의 중심점과 두 원의 수평 하는 접선을 연결하면 2개의 작은 직사각형의 영역이 생성된다. 새롭게 생성된 2개의 작은 직사각형 영역을 합하면 큰 직사각형 1개로 볼 수 있지만, 영역 내부에 사용자가 있는지 없는지 영역 이탈 여부 검출을

위해서 큰 직사각형을 2개의 작은 직사각형으로 나누어 각각 비교하였다.

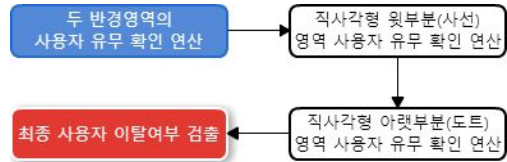


그림 8. 기존 영역 사용자 유무 판단 과정

[그림 8]은 기존의 영역 검출과정 흐름도이다. 먼저 각각 두 원의 중심점과 사용자 사이의 거리를 비교하는 과정을 거친다. 한 원의 중심점과 사용자 사이의 거리를 비교하여 한 원의 반경의 크기보다 사용자 사이의 거리가 작은 경우, 사용자는 원의 반경영역 내부에 있다고 검출한다. 하지만 사용자가 해당 반경영역 내부에 존재하지 않은 경우에는 다른 나머지 원에서 영역 이탈 검출 여부를 수행한다. 비교연산을 마친 후에도 사용자가 두 반경 내부에 없는 경우에는 반경과 반경 사이에 생성된 영역 내부의 사용자 존재 유무 검출을 진행한다.

다음은 반경과 반경사이를 연결하여 새로 생성된 큰 직사각형 영역 내부에 사용자의 이탈(내부 존재) 유무 여부를 판별하는 방법이다. 순서는 편의 상 큰 직사각형을 둘로 나눈 작은 직사각형의 윗부분([그림 7]-사선)을 먼저 연산하여 사용자의 존재 유무를 판별 후 아랫부분([그림 7]-도트)의 작은 직사각형의 사용자의 이탈 여부를 진행한다. 그 후 최종적으로 2개의 직사각형 내부에도 사용자가 없는 경우에는 최종적으로 설정된 영역 내부에 있지 않아 영역을 이탈 하였다고 결론을 내린다.

4.2 직사각형 영역 사용자 이탈 유무 검출 방법

큰 직사각형 영역 내부에 사용자가 존재하는지 이탈 여부를 검출하기 위해 작은 직사각형의 넓이를 이용하였다. 작은 직사각형의 넓이는 두 반경지점의 중심점과 반경의 크기(r)을 이용하여 계산하였으며 작은 직사각형의 넓이는 직사각형을 사선으로 2등분 한 직각 삼각형 2개의 넓이와 같기 때문에 이렇게 생성된 직각삼각

형 1개 넓이를 이탈 여부를 판단하는 기준넓이(s)라고 명명한다. 기준넓이(s)는 아래 [그림 9]-(가)(백색영역)에서 다음과 같이 나타난다.

사용자가 작은 직사각형 내부에 존재하지 않는 경우를 [그림 9]-(나)에서 표현하였다. 작은 직사각형의 경로 영역을 이탈한 경우, 사용자의 위치는 (나)에서 백색 점으로 표시된다. 각 반경의 중심점과 사용자의 위치(백색 점) 사이의 거리를 이용하여 이탈시 넓이(a)를 구할 수 있다. 기존 사용자 영역 이탈 검출 방법은 이탈 판별의 기준이 되는 직각삼각형의 기준넓이(s)와 이탈시 넓이(a)를 비교하여 (a)가 큰 경우 이탈을 검출하는 방식이다.

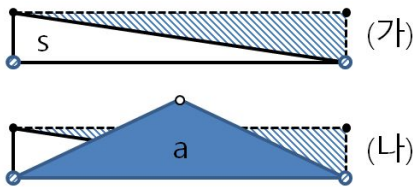


그림 9. 기준넓이(s-백색영역)과 이탈시 넓이(a)

해당 방식의 경우 빠른 검출이 가능한 반면 다음과 같은 단점을 가지고 있다. 폭이 균일하고 직선 경로를 생성하는 경우 경제적이지만 다양한 폭의 곡선 경로영역에 대응할 경우 다음과 같은 문제를 가지고 있다.

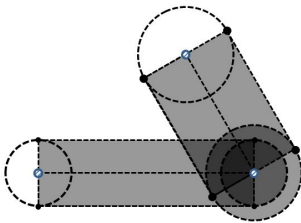


그림 10. 기존 방식의 다른 크기의 경로 설정

[그림 10]과 같이 폭이 같거나 다른 두 경로를 생성하는 하는 경우 반경으로 사용하는 원 영역이 총 4개가 필요하며 지속적인 영역 생성의 경우 영역의 개수 n의 따라 2n개의 원 영역이 필요하다. 게다가 경로와 경로가 이어지는 부분의 반경영역의 경우 영역 이탈 검출

시 최대 4회까지 중첩되는 발생하여 연산 시 자원 소모가 많아지며 원하지 않는 잉여 영역이 생성될 수 있다.

III. 새로운 영역 설정방식 및 검출 방법

1. 영역 설정방식 개선

기존 방식의 도로 폭이 다른 경우 발생할 수 있는 오차를 개선하여 잉여 발생을 줄이고 영역 중복 연산으로 소모되는 자원의 낭비를 개선하기 위해 [그림 11]과 같이 새로운 영역 설정 방식으로 개선하였다.

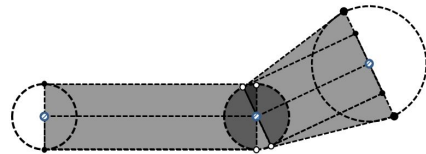


그림 11. 새로운 방식의 영역 설정 방법

그리고 기존 연구의 각각 독립적이던 영역 설정 구조를 개선하여 경로영역에 적극 대응할 수 있는 연속적인 리스트 형태의 구조로 영역 설정 방식을 개선하여 끊어지지 않고 경로를 설정 및 편집 할 수 있다. 그리고 이 경우 [그림 12]와 같이 원 A와 원 B의 반경 영역의 크기가 다른 경우 두 원 사이에 새로 생성되는 영역은 큰 직사각형 형태가 아니라 큰 사다리꼴 형태가 생성된다.

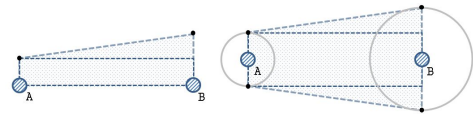


그림 12. 반경의 크기가 다른 경우 생성되는 영역

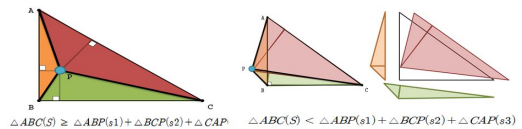


그림 13. 반경의 크기가 다른 경우 추가로 생성된 직각 삼각형에서 사용자의 이탈 여부를 검출하는 방법

큰 사다리꼴로 생성된 새로운 방식은 작은 직사각형 2개와 작은 직각삼각형 2개로 구성되어 있다. 따라서 기존의 방식에서 추가로 생성된 직각 삼각형 내부의 사용자 이탈여부에 대한 연구를 추가로 진행 하였다. 추가로 생성된 직각삼각형도 앞에서 직사각형의 넓이를 이용해 사용자의 이탈 여부를 검출한 것처럼 직각삼각형의 넓이를 이용해 이탈 여부를 검출하는 방법을 새롭게 연구하였고 [그림 13]에서 다음과 같이 표현하였다.

작은 직사각형 2개의 넓이 비교 연산을 마치고 사용자가 내부에 없다고 검출한 프로세스는 큰 직각삼각형 두 개 중 하나의 내부의 작은 직각삼각형 3개와 넓이 비교연산에 들어가게 된다. 작은 직각삼각형 3개의 생성 과정은 사용자(●P)가 큰 직각삼각형(△ABC)의 내부에 존재하는 경우, 사용자의 위치와 큰 직각삼각형의 세 꼭짓점(●A, ●B, ●C)의 거리를 계산하여 작은 직각 삼각형 3개(△ABP, △BCP, △CAP)를 생성한다. 그리고 이 작은 삼각형 3개의 넓이가 큰 직각삼각형의 넓이보다 작거나 같은 경우 사용자가 큰 직각삼각형(△ABC)의 내부에 있다고 판단하는 원리이다.

이처럼 새롭게 생성되는 사다리꼴 영역의 이탈 검출 방식은 2개의 작은 직사각형영역의 넓이 비교하고, 각각 큰 직각삼각형 내부의 작은 직각삼각형 3개의 넓이를 비교하여 전체 8회의 넓이비교 연산을 거친다. (작은 직사각형 2회+작은 직각삼각형 6회)

기존 영역 이탈 검출을 방식에 비해 넓이 연산이 6회 추가로 들어가 연산 시간에서 다소 떨어진다.

표 1. 원 영역 개수에 따른 생성 되는 영역의 수

원 영역의 개수 \ 생성 영역의 수	1	2	3	4	5	6	7	8
새로운 방식(n+1)	2	3	4	5	6	7	8	9
기존 방식(2n)	2	4	6	8	10	12	14	16

하지만 [표 1]과 같이 영역 생성 시 필요한 원의 개수가 기존방식의 2n개에서 새로운 방식의 연결형 리스트 구조로 개선 후 n+1개로 줄어 사용자와 원 영역 사이의 거리 비교 횟수 감소로 1차 성능을 개선하였으며 3.2절의 이탈 검출 비용 최적화 알고리즘을 통해 한 번 더 성능향상이 가능하다.

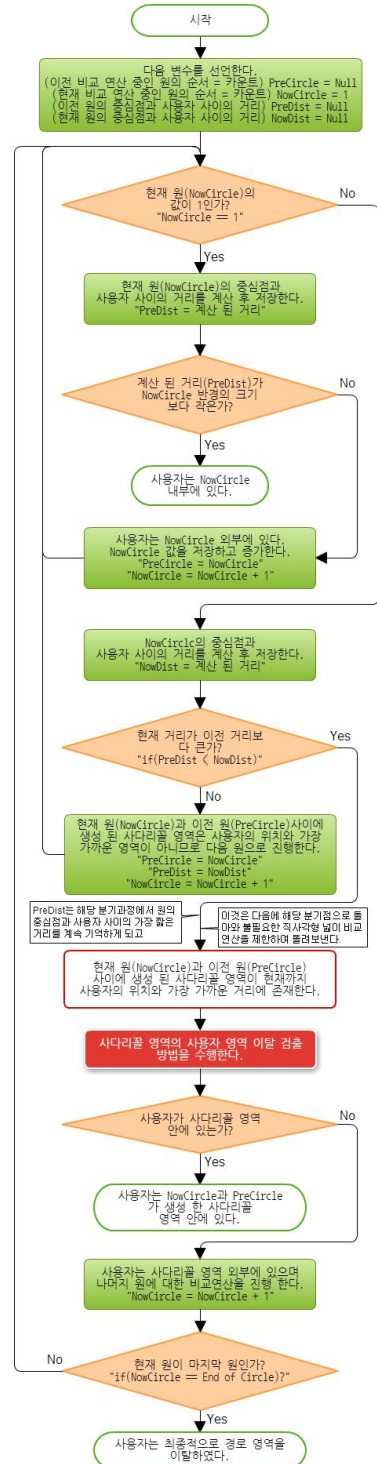


그림 14. 이탈 검출 비용 최적화 알고리즘

2. 이탈 검출 비용 최적화 알고리즘

기존의 이탈 검출에 관한 연구에는 별도의 이탈 검출 연산을 위한 비용 최적화 알고리즘이 없어 많은 수의 영역을 처음부터 마지막까지 전체 비교 수행하여 이탈 영역 검출에 많은 시간이 소요되었다.

하지만 본 논문 3.1절에서 제시한 새로운 이탈 검출 방법은 구조를 리스트 형태로 바꾸면서 원 영역의 개수를 줄여 1차적인 성능 향상을 하였고, 본 절에서는 해당 리스트 형태의 구조적 장점을 극대화하여 이탈 검출 비용 최적화 알고리즘을 제안하고자 한다. [그림 14]는 이탈 검출 비용 최적화 알고리즘의 플로 차트이며 이를 참조하여 영역 이탈 검출 알고리즘에 다양한 각 단계별 검출 과정을 설명한다.

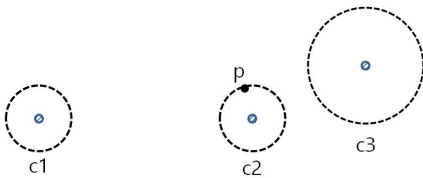


그림 15. 단계별 영역 이탈 검출 알고리즘(1)

먼저 [그림 15]는 사용자가 원 영역 내부에 있는 경우를 나타내고 있다.

이 경우 영역 이탈 검출 알고리즘은 먼저 원 c_1 (NowCircle == c_1)의 중심점과 사용자(●p)사이의 거리를 먼저 구하고 사용자가 원 c_1 내부에 없다고 판단한다. 다음으로 원 c_2 의 중심점과 사용자 사이의 거리를 비교하여 c_2 의 반경 크기보다 사용자의 거리가 작은 경우 사용자가 현재 원 영역(NowCircle== c_2) 내부에 있다고 검출한다.

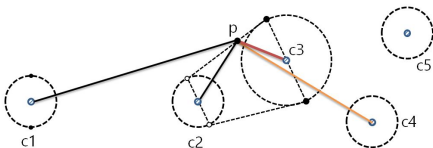


그림 16. 단계별 영역 이탈 검출 알고리즘(2)

다음 [그림 16]은 사용자(p)가 원 영역 외부에 있고, 경로 영역 내부에 존재할 경우에 영역 검출 여부에 대한 검출 알고리즘 해석이다.

원 영역 c_2 까지 사용자가 내부에 없다고 검출 한 알고리즘은 각 원을 순차적으로 순환 하면서 거리를 비교하여 계속 저장(NowDist)하게 된다.

사용자가 원 영역 내부에 없어 원 영역 c_4 까지 거리를 비교를 수행한 알고리즘은 이전에 저장한 원 c_3 의 중심점과 사용자 사이의 거리(PreDist)가 원 c_4 의 중심점과 사용자 사이의 거리(NowDist)를 비교하니 원 c_3 의 사용자 거리가 현재 원 c_4 와 비교한 사용자 거리보다 크다($PreDist[c_3] < NowDist[c_4]$)는 것을 알 수 있다. 이를 통해 c_3 과 사용자 지점 사이의 거리가 가장 가깝다는 것을 판별하게 되고 순차적 순환을 멈춘 알고리즘은 원 c_2 와 원 c_3 사이에서 생성된 영역 사다리꼴 영역의 사용자 영역 이탈 검출 방법을 수행하여 사용자의 이탈 여부를 검출하여 사용자가 원 c_2 와 원 c_3 사이의 영역 내부에 존재하고 있다는 것을 검출한다.

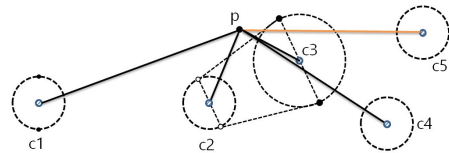


그림 17. 단계별 영역 이탈 검출 알고리즘(3)

[그림 17]은 사용자가 영역을 이탈한 경우 검출하는 알고리즘이다. 앞에서 원 c_4 와 사용자의 거리를 비교한 알고리즘은 원 c_2 와 원 c_3 사이 가까운 곳에 사용자(p)가 있는 것을 판별하고 사다리꼴 영역의 사용자 영역 이탈 검출 방법을 수행하지만 사용자가 영역을 이탈해 있어 실패한다.

그 후 알고리즘은 c_5 까지 순환 비교를 진행하고 c_5 (End of Circle)에서 마지막 원에 도달한 알고리즘은 사용자가 최종적으로 경로를 이탈 하였다고 검출한다.

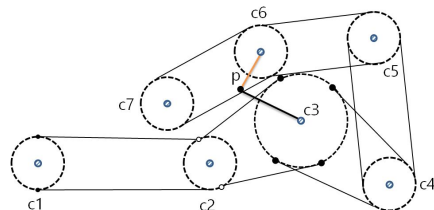


그림 18. 단계별 영역 이탈 검출 알고리즘(4)

[그림 18]은 [그림 17]에서 원 c6과 원 c7을 추가하여 경로 영역을 연장하였다. 이는 영역검출 알고리즘이 원 영역과 사용자 사이의 가장 짧은 거리에 대한 정보를 계속 기억하고 있음을 보여준다.

이 정보를 이용해 마지막 원(End of Circle)이 c7로 바뀐 알고리즘은 [표 2]에서처럼 사용자(p)와 멀리 떨어져 있는 사다리꼴 영역의 경우 넓이 영역 비교를 하지 않는다.

표 2. 알고리즘의 넓이 연산 구간

구간	c1/c2	c2/c3	c3/c4	c4/c5	c5/c6	c6/c7
연산 유무	미연산	연산	미연산	미연산	미연산	연산

이를 통해 생성된 영역(c3/c4~c5/c6) 사이 사다리꼴에 사용자가 있는지 영역 이탈 검출을 확인하는 중복연산을 대폭 줄일 수 있다.

IV. 결론

본 논문은 현재 상용 서비스의 반경영역설정방식의 경로 영역이나 정형화된 공간의 영역 설정이 미흡한 문제점을 개선하기 위해 진행되었다.

해당 반경영역설정방식의 장점을 살려 크기와 반경만으로 원 영역과 또 다른 원 영역 사이를 연결하여 경로 및 도보여행에 적합한 영역 이탈 검출 방법을 연구하였고 스마트폰 및 태블릿 PC에서도 손쉽게 영역을 설정할 수 있었다.

이렇게 탄생한 기존 연구는 그 자체로도 새로운 개념이었지만 다양한 도로 폭에 대응할 수 없었던 문제, 영역 생성 시 각 구간이 독립적으로 분리된 문제, 이로 인해 생성된 원 영역 및 직사각형 영역 구간의 처음부터 끝까지 전부 이탈 여부를 연산해야 하는 문제를 가지고 있었다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 논문에서 노력하였고 다양한 폭에 대응하기 위해 리스트 구조로의 발전하였고 이는 새롭게 사다리꼴 형태의 영역을 생성하게 되었다. 사다리꼴 형태의 영역 넓이 비교를 통해 사용자의 위치를 검출하는 연산이 기존 대비 6회 정도 늘

어나 스마트폰 및 스마트 기기의 연산 부담이 많을 것을 고려하여 리스트 구조의 장점을 살려 최적화 알고리즘을 구현하였고 사용자의 위치와 가까이 있는 구간만 넓이 비교 연산이 가능하도록 알고리즘을 구현하였다.

다양한 단계적 영역 이탈 검출 알고리즘을 통해 기존의 전체 경로영역을 비교하던 검사에 비해 미연산 구간을 파악할 수 있어 시스템 자원의 사용 빈도를 낮추었고 다양한 도로 폭의 도로와 정형화된 공간에 대해 능동적으로 영역을 설정할 수 있게 되었다.

GPS 기술이 고도화됨에 따라 향후 본 연구를 바탕으로 진화된 사용자 안심 서비스와 이를 기반으로 하는 초정밀 위치기반 콘텐츠에서 사용자는 영역 설정에서 편리함을 가져다주고 스마트 기기는 연산에서 불필요한 자원 낭비를 줄여, 나아가 미래 창조 사회의 개인안전과 다양한 위치기반 콘텐츠에 다방면으로 적용 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] 윤형보, 왕보람, 박지윤, “스마트폰 사용자들의 앱 이용 특성과 앱 비즈니스 모델에의 시사”, 한국콘텐츠학회논문지, 제13권, 제3호, pp.32-42, 2013.
- [2] 장혜선, 최계현, 임왕원, 임한규, 조대제, “LBS 기반 경로 이탈 검출에 관한 연구”, 한국정보기술학회논문지, 제11권, 제3호, pp.183-189, 2013.
- [3] 김현희, “정보속으로 : 정보화 정책 ; 어린이와 여성 안전, 「SOS 국민안심 서비스」가 지킨다”, 한국지역정보개발원 지역정보화, 제79권, pp.50-55, 2013.
- [4] 구분영, 정계문, “스마트폰 터치스크린의 버튼 폭에 따른 조작성공률”, 디자인학연구, 제26권, 제2호, pp.127-143, 2013.
- [5] 한승희, “지형공간정보(GSIS)와 LBS의 발전과 동향에 관한 고찰”, 한국콘텐츠학회논문지, 제5권, 제1호, pp.45-53, 2007.
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System
- [7] http://word.tta.or.kr/terms/termsView.jsp?gubun=1&terms_num=24525

[8] De Gante, Alejandro, and Mario Siller, "A Survey of Hybrid Schemes for Location Estimation in Wireless Sensor Networks," *Procedia Technology*, Vol.7, pp.377-383, 2013.

[9] 한경복, 권훈, 이혜선, 곽호영, "하이브리드 기법을 이용한 LBS기반의 유사궤적 추적시스템", 한국콘텐츠학회논문지, 제7권, 제6호, pp.9-21, 2007.

[10] 김선필, "WiFi 신호를 이용한 기점기반 위치 추정 연구", 한국정보기술학회논문지, 제10권, 제1호, pp.121-126, 2012.

[11] C. Robusto, "The cosine-haversine formula," *The American Mathematical Monthly*, Vol.64, No.1, pp.38-40, 1957.

[12] http://en.wikipedia.org/wiki/Vincenty%27s_formula

임 한 규(Han-Kyu Lim) 증신회원



- 1981년 : 경북대학교 전자계산기공학전공(공학사)
- 1984년 : 연세대학교 전산전공(공학석사)
- 1997년 : 성균관대학교 컴퓨터공학전공(공학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 안동대학교 멀티미디어공학과 교수

<관심분야> : 멀티미디어, 웹 응용, 자연어처리

저 자 소 개

최 재 현(Jae-Hyun Choi) 준회원



- 2012년 : 안동대학교 멀티미디어공학과(공학사)
- 2013년 : 안동대학교 멀티미디어공학과 석사과정

<관심분야> : 서비스디자인, 멀티미디어, 웹 신기술

임 양 원(Yang-Won Lim) 정회원



- 1999년 : 충주대학교 컴퓨터공학전공(공학사)
- 2001년 : 안동대학교 컴퓨터공학전공(공학석사)
- 2011년 : 안동대학교 정보통신공학전공(공학박사)

▪ 2011년 9월 ~ 현재 : 안동대학교 멀티미디어공학과 강의전담교원

<관심분야> : 웹이전트, 웹서비스, HTML5