

이동통신 매체를 활용한 도시 일상활동 분석방법 연구동향: 도시 연구에서 활용 가능성과 제약 요인

Mobile Device-analysis of Urban Daily Activities:
Possibilities and Constraints in Urban Studies

강현수 중부대학교 도시행정학과 교수
Kang Hyunsoo Professor, Joongbu Univ.
(hskang@joongbu.ac.kr)

목 차

I. 머리말

II. 관련 기술 및 연구 동향

1. 이동통신 및 위치기반서비스 기술 동향
2. 이동통신 매체와 관련된 도시 연구 동향

III. 이동통신 매체를 활용한 도시 분석 사례 및 방법

1. 사례 분석 대상 및 분석의 틀
2. 소수 자원자를 대상으로 한 도시 활동 분석 사례
3. 블루투스 스캐닝을 통한 도시 활동 분석 사례
4. 통신회사 자료를 활용한 도시 활동 분석 사례
5. 소결: 연구 사례별 특징 요약

IV. 도시 활동 분석에서 이동통신 매체의 활용 가능성과 제약 요인

1. 이동통신 매체가 제공하는 자료 유형과 활용 가능성
2. 사회적 제약요인과 극복 방향

V. 결론 및 시사점

※ 본 논문은 2009년도 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2009-013-B00102).

I. 머리말

사람들의 공간이동 행태를 조사 분석하는 일은 도시계획이나 교통공학 같은 도시분야 학문은 물론 사회과학 전반의 오랜 관심사였다. 누가, 언제, 어디에서, 어디로, 얼마나 자주 이동하는지에 대해 자세히 알기 위해서는 얼마 전까지만 해도 직접관찰이나 설문조사 외에는 별다른 방법이 없었다. 그리고 이런 전통적 자료수집 방법은 조사시간과 장소, 조사대상 표본수나 정확도 등의 한계에도 불구하고 상당한 노력과 비용이 수반되는 것이었다.

하지만 최근 정보통신 기술이 발전하면서 이동통신 매체가 대중적으로 보급되고 이를 활용해 위치정보를 서비스하는 위치기반서비스(이하 LBS, Location Based Service)가 상용화되면서, 인간의 시공간 행태에 관한 자료확보 방법에도 새로운 혁신이 가능해졌다. 즉 각 개인들이 소지한 이동통신 매체를 통해 실시간으로 그들의 위치를 추적하는 것이 가능해진 것이다. 특히 오늘날 거의 모든 사람들이 일상적으로 소지하고 다니는 휴대전화는 이동통신 안테나 혹은 위성위치파악시스템(이하 GPS, Global Positioning System)을 통해 사용자의 위치를 실시간으로 파악할 수 있을 뿐 아니라, 언제, 어디서, 어디에 있는 자와 얼마 동안 통화하는지에 대한 통화정보까지도 얻을 수 있기 때문에 도시 시민들의 일상적 시공간 움직임 및 사회적 의사소통 행태를 파악하는 데 매우 유용한 매체가 될 수 있다. 따라서 최근 들어 휴대전화와 같은 이동통신 매체를 활용하여 시민들의 일상 활동을 조사 분석하려는 연구들이 속속 등장하고 있다.

그런데 이렇게 이동통신 매체를 활용한 조사 연구는 도시의 일상 활동과 관련된 방대하면서도 정확한 자료를 손쉽게 얻을 수 있다는 기술적 가능성을 가지고 있지만, 이를 실현하기 위해 극복해야

할 사회적 제약들도 있다. 이런 자료들이 개인의 프라이버시를 침해할 우려가 있다는 점이나, 자료의 소유권을 가지고 있는 민간 통신회사로부터 공익적 연구를 위한 자료확보가 쉽지 않다는 점 등이 이러한 연구를 제약하는 대표적인 사회적 요인들이다.

본 논문에서는 최근 미국과 유럽에서 진행되고 있는 이동통신 매체를 활용한 도시 일상활동 분석 연구들의 전반적 동향과 주요 사례, 그리고 각 사례에서 사용된 자료수집 및 분석 방법들을 고찰하고, 이러한 연구들의 향후 활용 가능성 및 제약 요인들에 대해 살펴보는 것을 목적으로 한다. 이를 위해서, 우선 제2장에서는 관련 기술 및 연구 동향을, 제3장에서는 현재 진행되고 있는 대표적인 이동통신 매체를 통한 도시활동 분석사례들 및 그 분석 방법을 살펴본다. 제4장에서는 도시활동 분석에서 이동통신 매체의 활용 가능성과 제약 요인들을 검토하고, 마지막 제5장에서 결론과 우리나라에 대한 시사점을 언급하고자 한다.

II. 관련 기술 및 연구 동향

1. 이동통신 및 위치기반서비스 기술 동향

1) 위치추적 기능을 갖춘 이동통신 매체의 대중적 보급

지금으로부터 100여 년 전 마르코니(Marconi)가 장거리 무선통신을 처음 실용화한 이래 무선통신 기술은 비약적으로 발전해 왔다. 과거엔 군사용 혹은 특권층만이 사용할 수 있던 휴대 가능한 소형 이동통신 매체가 이제 대중적으로 널리 보급되고 있으며, 전 세계로 확산된 무선통신 네트워크는 지

구 전체를 단일 통화권으로 만들고 있다. 현재 지구상에서 가장 널리 보급되고 있는 이동통신 매체는 단연 휴대전화다. 휴대전화는 인류 역사상 가장 빠른 속도로 보급되고 있는 기술제품이라고 한다. 세계통신협회에 따르면 이미 2003년에 휴대전화 가입자 수가 유선전화 가입회선을 추월하였으며, 2009년 말까지 전 지구적으로 약 46억 개의 휴대전화가 사용될 것으로 추정하는데 이는 세계 인구 100명당 67개꼴이다.¹⁾

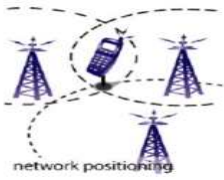

휴대전화의 기능 역시 점점 고도화되면서, 단순한 통화 기능을 넘어서 문자 및 영상 메시지, 카메라, 계산기, 게임 등 개인의 일상생활에 필요한 다양한 서비스들을 제공하고 있다. 특히 본 연구에서 주목하는 것은 휴대전화의 위치추적 기능이다. 휴대전화는 여러 곳에 설치된 이동통신 기지국의 안테나를 통하여 송수신되기 때문에, 이동통신 안테나는 부근에 위치한 휴대전화를 항상 탐지하고 있다. 이러한 휴대전화 작동 원리로 인하여 이동통신

안테나를 통하여 휴대전화 위치추적이 가능하다. 또한 최근에는 인공위성을 이용하여 더욱 정확한 위치추적이 가능한 GPS가 휴대전화에 장착되고 있다. 현재 지구상에 살고 있는 대다수의 사람들이 휴대전화를 소지하고 있고, 이를 통해 위치추적이 가능하다는 사실은 인간의 공간 이동 행태를 분석하는데 있어서 새로운 가능성을 열어주고 있다. 만약 도시나 국가 차원에서 휴대전화 가입자 전체를 대상으로 위치추적 자료가 수집되고 분석된다면, 그 도시의 시민이나 국민 전체의 시공간 행태를 실시간으로 파악하는 것이 가능해지는 것이다. 그런 의미에서 Shoval은 인간의 시공간 활동 연구에서 혁명이 진행되고 있다고 한다.²⁾

2) 위치추적 및 위치기반서비스(LBS)의 발전

LBS는 이동통신망이나 GPS 등을 통해 얻은 위치 정보를 활용하여 이용자에게 여러 가지 서비스를

표 1_ 위치정보서비스를 위한 두 가지 위치추적 기술 비교

구분	Cell -ID 방식(기지국 방식)	GPS 방식
원리	이동통신 기지국 신호 이용	GPS 인공위성 신호 이용
커버리지	이동통신망 가용지역	실내, 건물 밀집지역 수신율 저하
오차범위	수백m 이상	13~20 m
시스템 구성	기지국, 위치인식 서버, 단말기	인공위성, 지상관제국, GPS 수신기
기술적용	 <p>network positioning</p>	 <p>device positioning</p>

출처: 최재호, 2008, p3.

1) The World in 2009: ICT Facts and Figures, International Telecommunication Union(http://www.itu.int/ITU-D/ict/material/Telecom09_flyer.pdf), [2009.10.8].

제공하는 시스템이나 서비스를 지칭한다.³⁾ 자동차 내비게이션 같은 교통항법 분야를 포함하여, 직원 위치 확인, 물류 위치추적 같은 기업용 LBS, 휴대전화를 활용한 이동통신사들의 LBS 등이 이미 상용화되었고, 그 시장도 나날이 커지고 있다.

LBS의 종류와 품질에 영향을 미치는 위치추적 기술은 이동통신 기지국 안테나를 이용하는 Cell-ID 방식과 위성항법장치를 활용한 GPS 방식이 대표적이다. Cell-ID 방식은 GPS 방식보다 위치추적의 정확도가 떨어지는 대신, 기존에 구축된 이동통신망을 활용할 수 있고 별도의 단말기를 구매할 필요가 없이 일반 휴대전화를 이용할 수 있다는 장점이 있다.

3) 휴대전화를 활용한 위치 추적 및 도시활동 분석 방법

GPS가 장착되지 않은 일반 휴대전화의 위치 추적 기능을 통해 도시활동을 분석하기 위한 기술적 방법으로는 다음 두 가지가 있다.⁴⁾ 첫 번째 방법은 일정 기간 동안 각 개별 이동통신 안테나를 통해 이루어진 송수신 통화량을 분석하는 것이다. 이를 통해 언제, 어느 지역에 있는 안테나에서 어느 정도의 통화가 이루어지는지를 파악할 수 있다. 이 자료는 통신회사가 일상적으로 통신 네트워크를 관리하기 위해 수집하고 활용하는 자료이므로, 통신회사 입장에서는 자료 확보를 위한 별도의 추가 노력이 필요 없다. 또 특정 휴대전화를 추적하는 것이 아니기 때문에 프라이버시 침해 문제도 없다.

대신 특정 개인이나 특정 집단의 공간 이동 경로나 행태를 추적하는 것은 불가능하다.

두 번째 방법은 이동통신 네트워크의 여러 안테나를 동시에 활용하여 특정인이나 집단의 실시간 이동 경로를 조사하는 방법으로, 첫 번째 방법보다 더욱 유용한 도시활동 분석자료가 될 수 있다. 하지만 이런 자료는 통신회사가 일상적으로 수집하지 않으므로 별도의 기획이 필요하며, 개인 프라이버시 침해 문제를 야기할 수 있다.

그러나 기지국 안테나를 활용한 휴대전화 위치 추적 방식은 GPS 방식보다 상대적으로 낮은 정확도를 가지고 있다. 또 그 정확도는 단위면적당 휴대전화 안테나의 밀도에 비례하기 때문에 안테나가 희박하게 분포하고 있는 농촌 지역이나 교외 지역은 위치 추적의 정확도가 떨어지게 된다. 따라서 이런 방식의 연구는 상대적으로 낮은 정확도를 가져도 무방한 연구에 한정될 수밖에 없다. 하지만 점점 GPS가 부착된 휴대전화가 일반화되고 있어, 정확도의 문제는 시간이 지나면 쉽게 극복될 수 있을 것으로 보인다.⁵⁾

한편 단순히 휴대전화 송수신 안테나의 지리적 분포만 분석해도 제법 유용한 정보를 얻을 수 있다. 한 안테나가 감당할 수 있는 통화량의 상한이 있기 때문에, 통신 품질을 위해 통신회사들은 사용자가 많은 지역에 더 많은 안테나를 설치하기 때문이다. 따라서 안테나 밀도, 즉 일정 면적당 이동통신 안테나 수가 몇 개나 있는지가 도시 활동량의 대리변수로 사용될 수도 있다. <그림 1>은 뉴욕 맨해튼의 1,300여 개 휴대전화 안테나의 밀도를 지도에 표시

2) Shoval N. 2007. "Commentary: Sensing Human Society". *Environment and Planning B: Planning and Design* vol.34, no.2, p191.

3) 최재호. 2008. "위치기반서비스산업 동향과 시사점". 산은경제연구소 이슈분석 5월호, p1.

4) Shoval N. 2007. pp191-192.

5) 현재 미국이나 일본은 공공 안전을 위해 휴대전화에 GPS 부착이 의무화되어 있음.

그림 1_ 뉴욕 맨해튼 휴대전화 안테나 밀도 지도



출처: Shoval N, 2007, p193.

한 것으로, 일반적으로 알려진 뉴욕의 업무활동 중심지와 안테나 밀집지역이 중첩되고 있음을 보여 준다.

2. 이동통신 매체와 관련된 도시 연구 동향

최근 일반 대중에게 이동통신 매체의 보급이 확산되면서 도시 연구자들도 이동통신 매체에 많은 관심을 가지고 연구하고 있다. 도시 연구자들이 이동통신에 관심을 갖는 이유는 크게 두 가지다.⁶⁾ 첫

째, 이동통신 매체의 대중적 확산이 도시생활에 상당한 영향을 미치기 때문이다. 둘째, 널리 보급된 이동통신 매체를 통해 획득할 수 있는 위치정보나 통화량 정보가 도시분석을 위한 새로운 자료 원천으로 활용될 수 있기 때문이다.

첫째로, 인류 역사상 새로운 기술이 보급될 때마다 사람들의 행동 양식이나 직업적 관행들이 변화해 왔고 이로 인해 공간구조에도 변화가 나타났는데, 최근의 이동통신 기술 역시 마찬가지다. 예를 들어, 과거에는 고정된 장소에 머물면서 수행하던 많은 활동들을 이제는 이동통신 덕분에 이동 중에도 가능하게 되었다. 이로 인해 일터로서의 장소에 대한 유연성이 증가하게 되면서 과거와 같은 경직된 용도지역(zoning)체계의 개선이 필요해진다. 따라서 많은 학자들이 이동통신 매체의 보급이 도시의 경제, 사회, 정치, 문화 및 공간 구조에 어떠한 영향을 주고 있는지에 대해 연구 중이다.⁷⁾

이중 특히 도시의 일상활동 분석과 관련하여 주목할 만한 연구 동향은 1970년대 Hägerstrand가 처음 제시했던 시간지리학(time-geography)⁸⁾ 개념과 분석틀을 재구성하여, 이동통신 매체의 발전이 어떠한 방식으로 시민들의 시공간 행태를 변화시키고 있는지를 파악하고자 하는 연구흐름이다. Hägerstrand는 시간지리학이라는 개념을 통해 일상생활에서 시간대별 공간적 움직임을 포착하고자 했는데, 그의 시간지리학의 중요한 전제는 한 사람이 특정 시간에는 한 공간에만 머물 수 있으며, 동

6) Ratti, C. Pulsell, R. M. Williams, S. and Frenchman, D. 2006. "Mobile Landscapes: Using Location Data from Cell Phones for Urban Analysis". *Environment and Planning B: Planning and Design* vol.33, no.5, pp727-728.

7) 대표적으로 Castells(1996, 2007), Brown et al(2001), Ling(2004), Lynne and Lasen(2005), Katz(2008) 등은 이동통신 매체의 보급이 사회에 미치는 영향에 대한 각 부문별 연구를 종합적으로 고찰하고 있고, Rheingold(2002)는 정치와 시민참여 영역에, Goggin(2006)은 일상 생활문화 영역에 Townsend(2000), Mitchell(1999, 2003), Moss and Townsend(2004) 등은 도시 공간 구조에, Sheller and Urry(2006)는 연구 방법론에 미치는 영향에 대해 각각 분석하고 있음. 국내 연구로는 강현수(2007), 이희상(2009) 등이 있음.

8) Hägerstrand, T. 1970. "What about People in Regional Science?". *Papers of the Regional Science Association* vol.24, no.1, pp7-21.

시에 다른 두 공간을 점유할 수 없다는 것이었다. 그렇지만 인터넷과 이동통신이 널리 보급되면서 ‘신체 접촉’이 아닌 ‘전자 접속’을 통하여, 동시간대에 우리 몸이 머문 장소 이외의 다른 장소와 교류할 수가 있게 되면서 시간지리학의 기본 전제가 바뀌게 되었다.⁹⁾ 따라서 Miller, Yu, Shaw 등은 시간지리학의 개념과 분석틀을 새롭게 재구성하려는 이른바 신시간지리학(new time geography)을 발전시키고 있다.¹⁰⁾

여기에 덧붙여 지리적 시각화(geovisualization) 기법을 이용하여 개인의 시공간 통행 자료를 시각화하는 연구들도 발전하고 있다. 지리적 시각화에 중점을 두는 연구들은 시간지리학 개념을 이용하여 통행 자료에 포함된 이동궤적 및 이동특성에 대한 시각적 표현방법을 개발하거나 이러한 시각적 표현을 바탕으로 통행 자료의 시공간적 특성을 탐색하고자 한다.¹¹⁾

두 번째로, 앞서 살펴본 것처럼 최근의 기술 발전에 따라 휴대전화 소지자들의 위치정보 추적을 통해 이동경로와 이동행태를 파악하는 것이, 적어도 기술적으로는 별 어려움이 없게 되었다. 이미 민간 기업들은 이러한 기술적 가능성을 다양한 사업 분야에 활용하기 시작했다. 대표적인 예로 미국의 민간기업인 AirSage사는 대규모 휴대전화 위치정보를 집합적으로 수집하여 미국의 여러 대도시 지역을 대상으로 실시간 교통정보를 제공하고 있

으며,¹²⁾ 미국의 Sense Networks사나 영국의 Path Intelligence사는 휴대전화 소지자들의 이동행태를 분석하여 유망 상권 정보 등을 상업적으로 제공하고 있다.¹³⁾

하지만 공익적 목적을 가진 도시 관련 학술 연구에 이러한 기술적 가능성을 적용한 사례는 흔치 않다. 그 이유는 이런 연구가 새로운 연구 영역이기 때문이기도 하지만, 무엇보다도 도시 단위의 분석에 필요한 대량의 시공간 자료를 실시간으로 생성하고 있는 통신회사로부터 관련 자료를 확보하는 것이 쉽지 않기 때문이다. 그럼에도 불구하고 이동통신 매체의 위치정보 추적 기능을 포함한 다양한 기능을 활용하여 시민들의 일상 행태나 도시 활동을 분석하고자 하는 연구들이 2000년대 들어 점차 축적되어 가고 있다.

III. 이동통신 매체를 활용한 도시 분석 사례 및 방법

1. 사례 분석 대상 및 분석의 틀

본 연구에서는 최근 이동통신 매체를 활용하여 일부 집단 및 도시 규모 활동을 분석한 여러 연구 사례들 중에서 이윤을 목적으로 한 민간기업의 연구들은 제외하고, 공익적 목적을 가지고 외부에 공개된 연구들 중에 새로운 도시 분석 방법으로 주목할

9) 강현수, 2007. 도시, 소통과 교류의 장: 디지털 시대 도시의 역할과 형태. 서울: 삼성경제연구소, pp56-57

10) Miller, H, 2004. "Activities in Space and Time", eds, Hensher, D. et al. *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*, Amsterdam: Elsevier Science, p653; Yu, H, and S-L, Shaw, 2007. "Revisiting Hägerstrand's Time-geographic Framework for Individual Activities in the Age of Instant Access", ed, H. Miller. *Societies and Cities in the Age of Instant Access*, Dordrecht, The Netherlands: Springer Science.

11) 박기호 외, 2005b. "시공간 개인통행자료의 지리적 시각화". 대한지리학회지 제40권 제3호, p311.

12) AirSage사의 주요 사업 내용 및 휴대전화 정보 수집 방식에 대해서는 <http://www.airsage.com> 참조. 이외에 미국의 Intellione사나 영국의 ITIS Holdings사도 휴대전화 위치정보를 활용하여 교통정보를 포함한 다양한 위치정보 서비스를 제공하는 대표적인 민간회사들임. <http://www.intellione.com> 및 <http://www.itisholdings.com> 참조.

13) <http://www.sensenetworks.com> 및 <http://www.pathintelligence.com> 참조.

만한 대표적 사례들을 분석 대상으로 선정하였다.

본 연구의 사례 분석의 틀은 다음과 같다. 우선 먼저 각 사례의 연구 목적과 아울러, 어떤 방식으로 자료를 수집하였는지를 주목하였다. 이를 기준으로, 소수의 자원자를 대상으로 표본 실험 형태를 띤 방식과, 자신이 조사 대상이 되었다는 사실도 모르는 무작위 다수 시민들을 대상으로 한 방식으로 구분하고, 각각의 특징과 장단점을 검토하였다. 이어서 각 사례별로 어떠한 유형과 특성을 가진 자료들이 수집되었는지, 이를 통해 어떠한 도시 활동을 분석할 수 있었는지에 주목하였다. 그리고 이러한 시도들의 의의와 특징, 향후 활용 가능성과 제약 요인, 시사점 등을 검토하였다.

2. 소수 자원자를 대상으로 한 도시활동 분석 사례

1) 암스테르담 Real Time 프로젝트

암스테르담 Real Time 프로젝트는 Diary in traces 라는 부제를 달고, 2002년 10월~12월, 두 달에 걸쳐 네덜란드 Wag Society가 주도한 실험이다. 실험에 자원한 100명의 시민들에게 GPS가 장착된 휴대용 PDA를 소지케 한 후, 이들의 이동 경로를 실시간으로 추적하고 이를 전송하여 암스테르담의 실시간 동태적 움직임을 담은 지도를 만들었다. 이 실험을 통해 승용차, 택시, 자전거 등 서로 다른 교통수단을 이용하는 시민들 간에는 도시 이동행태는 물론, 도시 이동행태를 통해 유추된 도시를 이해하는 심상지도(mental map)도 서로 차이가 난다는 점이 밝혀졌다. 이 실험은 당시 매

우 큰 관심을 끌었고, 이후 이 실험의 연장선상에서 GPS를 장착한 휴대전화를 통한 모바일 게임과 관광 안내 소프트웨어들이 개발되었다.¹⁴⁾

2) 에스토니아 Positium의 사회적 위치추적 방법 조사

2001년 설립된 에스토니아의 휴대전화 활용 LBS 전문회사인 Positium은 Tartu 대학 지리학 연구소와 함께 이른바 ‘사회적 위치확인 방법(Social Positioning Method)’이라고 명명된 일련의 실험들을 수행하였다. 이 실험의 특징은 자원자를 대상으로 휴대전화를 통한 위치 추적과 함께, 설문지를 통해 이들의 신원과 사회적 성향을 함께 파악하고자 했다는 점이다. 기술적인 문제와 사람들의 프라이버시 침해에 대한 우려로 실험 대상 인원이 제약되어, 2003년 3월 에스토니아 탈린에서 실시된 첫 실험에서는 30명의 자원자들만을 대상으로 일주일 동안의 시공간 움직임이 추적, 분석되었다.

이 연구가 의도한 최종 목적은 인구학적 자료, 설문조사를 통한 개인의 사회적 성향 자료, 휴대전화를 통한 시공간 이동경로 자료를 결합함으로써 에스토니아의 실시간 사회공간지도도를 제작하고 실시간 계획과정의 가능성을 찾으려는 것이었다.¹⁵⁾ 첫 실험 이후 조사인원 및 조사대상지역, 조사영역 등이 확대된 여러 실험들이 이어졌다. 일례로 이 실험을 탈린의 도시계획에 응용하기 위하여 탈린에서 일주일 동안 300명의 휴대전화 사용자를 대상으로 위치추적 및 설문지 수집이 이루어지기도 했다.¹⁶⁾ 지금도 Positium사는 자원자들 각 개인의

14) Wag Society의 암스테르담 Real Time Project에 대한 보다 자세한 정보는 <http://www.waag.org/realtime> 및 여기에 있는 논문 Polak E. 2002, "Amsterdam Real Time". Waag Society, [2009.10.8] 참조

15) 에스토니아에서 행해진 첫 번째 사회적 위치추적 방법에 대해서는 Ahas R., Ülar M. 2005, "Location Based Services - New Challenges for Planning and Public Administration?". *Futures* vol.37, no.6, pp547-561 참조.

실시간 위치를 인터넷으로 생중계하는 인터넷 홈페이지를 운영하고 있다.¹⁷⁾

3) MIT Media Lab의 현실 탐구 프로젝트

MIT 대학의 Media Lab에서 진행하고 있는 현실 탐구(Reality Mining) 프로젝트는 실험 자원자를 대상으로 이동통신 매체를 활용한 장기간의 추적 조사를 통해 방대한 시공간 자료를 축적하고 이를 통해 궁극적으로 사람들의 일반 사회 행동 모형을 추출하려는 목적을 가지고 수행되었다. 이를 위해 연구에 자원한 MIT 미디어랩과 경영대학원 학생 및 연구진 100명에게 Nokia사의 블루투스 휴대전화를 제공하고, 이를 활용하여 2004년에서 2005년 사이 무려 9개월에 걸쳐 이들의 행태를 추적 분석하였다. 이 실험을 통해 수집 분석된 자료는 무려 45만 시간 분량에 달한다고 한다. 수집된 자료의 형태는 대상자들의 실시간 위치자료와 휴대전화 통화자료였다. 위치자료는 두 가지 경로로 수집되었는데, 실외에서는 블루투스 기지국 안테나를 통해, 실내에서는 블루투스 감지 센서가 탑재된 고정 데스크탑 컴퓨터를 통해 수집되었다. 또 휴대전화 통화자료에서는 세부적으로 통화대상, 통화장소, 통화시간 등이 수집 분석되었다.¹⁸⁾ 이 두 형태의 자료를 취합 분석한 결과 100명의 자원자들의 이동행태뿐만 아니라 친구 관계, 즉 사회적 네트워크

구조도 파악되었다.

**3. 블루투스 스캐닝을 통한 도시활동 분석사례:
영국 Cityware의 공간구문분석 프로젝트**

앞에서 살펴본 연구들은 이동통신 매체를 활용했다는 점에서 새로운 방식의 인간활동 분석시도였지만, 조사 대상자 수도 적었고 조사 지역도 한정되어 있어서 도시 차원의 분석이라고 하기에는 그 한계가 분명했다. 따라서 소수의 실험 대상자가 아니라 다수의 일반 시민을 대상으로 하여, 도시 전반에서 이루어지는 시민들의 움직임을 파악하려는 시도가 이루어졌다.

그중 하나가 영국의 Cityware 집단이 수행한 프로젝트다. Cityware는 도시의 유비쿼터스 시스템 연구 목적으로 구성된 프로젝트 집단으로, 영국의 Bartlett, Bath 대학 등과 휴렛 팩커드 같은 정보통신 회사들이 공동참여하고 있다. 이들은 2004년 영국 Bath 도심의 주요 보행로에 관문(gate)을 설치하고 이곳을 지나가는 보행자들의 수를 전자적으로 측정하는 실험을 하였다.¹⁹⁾

이들이 관문 설치에 사용한 이론적 방법론은 공간구문분석(space syntax analyses)²⁰⁾이었고, 자료 획득에 사용한 기술적 방식은 블루투스(Bluetooth)스캐닝이었다.²¹⁾ 즉 공간구문분석에 입각하여 Bath 도심의 공간구조를 형성하는 특정

16) Ahas R., Ülar M. 2005. p556.

17) 현재 <http://www.positium.ee>에서 자원자들의 실시간 위치정보가 생중계되고 있음. Positium에서 수행한 유사 프로젝트들에 대한 보다 자세한 정보도 볼 수 있음.

18) Eagle, N. and Pentland A. 2006. "Eigenbehaviors: Identifying Structure in Routine"(<http://vismod.media.mit.edu/tech-reports/TR-601.pdf>); Eagle, N. and Pentland A. 2006. "Reality Mining: Sensing Complex Social Systems". *Personal and Ubiquitous Computing* vol,10, no,4. pp255-268.

19) O'Neill, E. et al. 2006. *Instrumenting the City: Developing Methods for Observing and Understanding the Digital Cityscape*. UbiComp 2006: Ubiquitous Computing LNCS 4206. Heideberg : Springer, pp315-332. Cityware집단이 수행한 다른 연구들에 대한 정보는 www.cityware.org.uk 참조.

20) 공간구문분석은 건축 및 도시공간을 객관적, 정량적으로 분석하기 위해 Hillier, B.가 개발한 분석기법임.

관문 96개를 지정하고, 이 관문에 보행자가 소지하고 있는 블루투스 장치를 인식할 수 있는 스캐닝을 설치하였다. 그리고 이 관문을 지나가는 전체 보행자 수와, 스캐닝을 통해 인식된 블루투스 장치 소지자 수를 이틀간에 걸쳐 5분 단위로 측정하였다. 이 실험을 통해 블루투스 스캐닝 방식이 도시의 각 지점별로 시민들의 시간대별 이동행태를 측정할 수 있는 유용한 수단이 될 수 있는지를 검증하였다. 실험 결과 블루투스 스캐닝 방식이 관찰자가 직접 눈으로 보행자 수를 측정하던 기존의 전통적 측정방식을 보완 혹은 대체할 수 있다는 가능성이 확인되었다.

4. 통신회사 자료를 활용한 도시 활동 분석 사례

Cityware 프로젝트는 사용자의 동의를 구할 필요 없이 특정 지점을 통과하는 무작위 일반 시민을 조사대상으로 하였기 때문에, 조사 표본의 수를 획기적으로 늘릴 수 있었지만, 실험을 위해 각 관문마다 블루투스 스캐닝이라는 특수 설비의 장착을 필요로 하며, 이것으로 감지되지 않는 시민들의 활동은 파악이 불가능하다는 제약을 가지고 있었다.

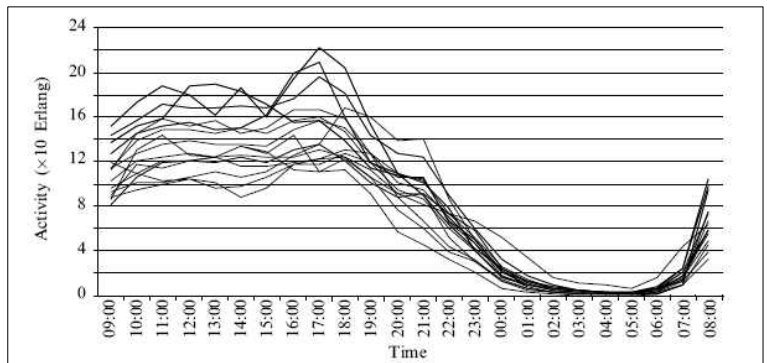
그런데 Ratti 교수가 주도하는 MIT 대학의 SENSEable City Lab에서는 통신회사들이 보유하고 있는 방대한 위치정보 및 통화자료를 공유함으로써,

표본 수의 제약이나 특수설비 구축의 제약을 극복하고자 했다. 이 연구소가 지금까지 통신회사의 협조를 받아 수행한 대표적인 연구들의 자료수집 방법과 분석결과를 간단히 소개하고자 한다.

1) 밀라노 Mobile Landscapes 프로젝트

이 프로젝트는 휴대전화 위치정보가 도시를 이해하는 데 어떻게 기여할 수 있는가라는 주제를 가지고 MIT SENSEable City Lab이 유럽의 한 통신회사와 협력해서 수행한 것이다. 이 프로젝트의 목적은 이탈리아 밀라노 대도시권 내부의 각 지점별로 휴대전화 통화량을 조사한 후, 그 결과를 누구나 쉽게 이해할 수 있도록 도표나 지도로 가시화하려는 것이었다.²²⁾ 이를 위해 통신회사는 밀라노 대도시권 20km × 20km 지역에 있는 232개 이동통신 기지국의 위치 좌표 및 2004년 봄 16일 동안 기지국 안테나의 시간대별 통화량 자료를 제공했다. 제공된 통화량 자료의 형태는 통화량 측정의 표준 단

그림 2_ 밀라노 지역의 시간대별 휴대전화 통화량
(2004년 4월 19일, 단위: Erlang)

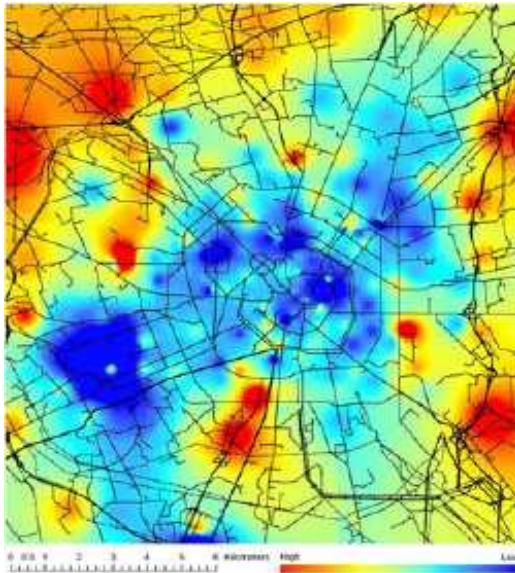


출처: Ratti et al, 2006, p740.

21) 블루투스(Bluetooth)란 근거리 무선통신 기술표준규격을 의미함.

22) Ratti, C, Pulsell, R. M, Williams, S, and Frenchman, D, 2006, "Mobile Landscapes: Using Location Data from Cell Phones for Urban Analysis", *Environment and Planning B: Planning and Design* vol.33, no.5, pp727-748.

그림 3_ 밀라노 지역별 휴대전화 통화량 밀도 분석



출처: Ratti et al, 2006, p742.

위인 Erlang단위였다.²³⁾ 자료의 분석과 가공 과정을 거쳐 밀라노의 각 지점마다 요일별, 시간대별로 통화량이 달라지는 현상을 <그림 3>과 같이 시각적으로 가시화하였다. 이를 통해 해방절, 노동절, 밀라노 팀과 로마 팀과의 축구경기날 등 많은 사람들이 특정 시간, 특정 장소에 모이는 현상들을 손쉽게 파악할 수 있었다.

2) Graz in Real Time 프로젝트

조금 더 진전된 실험이 오스트리아의 그라츠에서 한 통신회사와 협력하여 진행되었다. Graz in Real Time이라고 명명되어 2005년 10월 행해진 이 실험

의 주안점은 휴대전화 통화량 밀도 분석에 덧붙여, 휴대전화 통화 발신장소와 수신장소 분석(통화 O-D 분석), 자원한 휴대전화 사용자들을 대상으로 위치추적을 통한 물리적 이동행태 분석을 추가한 것이다. 이를 통해 도시에서 일어나는 물리적 이동 흐름과 통화 흐름을 실시간으로 지도에 가시화함으로써 도시의 일상 현상과 움직임을 일반인들이 쉽게 이해할 수 있도록 했다. 이 실험에서 제작된 도면들은 그라츠의 M-City exhibition에서 2005년 가을부터 2006년 초까지 전시되었다.²⁴⁾

3) Real Time Rome 프로젝트

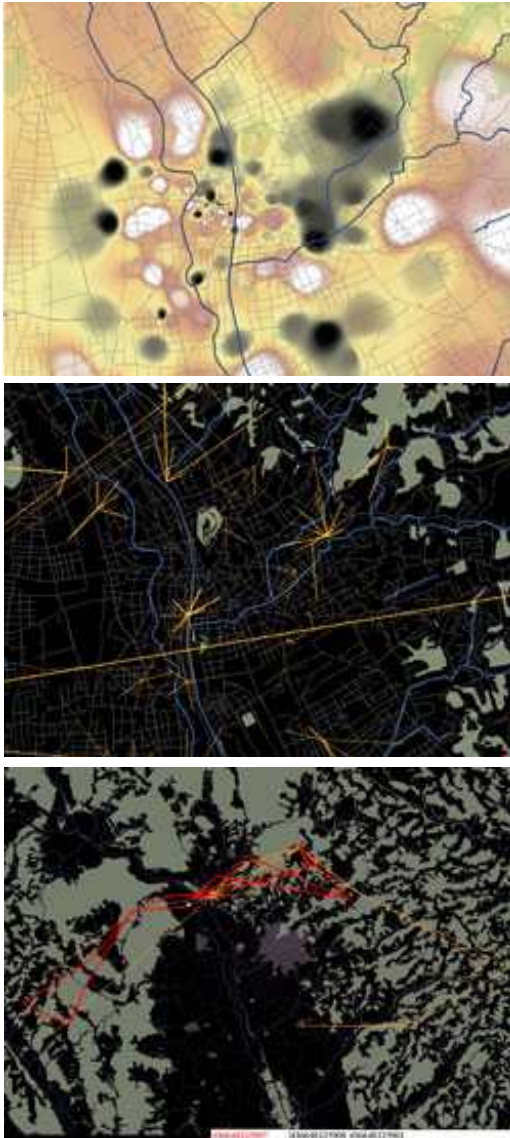
2006년 SENSEable City Lab과 로마 통신시장의 40%를 점유하는 텔레콤 이탈리아(TI)가 협력하여 진행한 Real Time Rome 프로젝트는, 통신회사의 도움으로 그 전보다 더 많은 휴대전화 자료를 분석하여 시각적으로 가시화한 실험이다. TI는 2006년 후반기 네 달 동안 약 47km²에 걸친 로마 대도시권의 기지국 안테나에서 15분 간격으로 수집한 Erlang 자료와 함께, 한 번에 3분 이상 통화한 사용자의 입지와 이동 경로 데이터를 제공해 주었다. 여기에 덧붙여 로마의 공영버스회사와 개인택시회사도 이들이 운행하는 차량의 GPS 위치추적 자료를 제공했다.

이 자료들의 분석을 통해 로마 시민들이 언제 어떻게 이동하는지, 어떠한 장소나 어떠한 행사에 시민들이 얼마나 많이 모이는지가 실시간으로 파

23) Erlang은 Traffic Theory의 창시자인 덴마크 수학자 A. K. Erlang의 이름에서 유래된 용어로, 통화량 측정의 기본 단위임. 1 Erlang은 1회선을 1시간 사용한 양을 의미하는데, 이동통신의 경우 하나의 안테나를 1시간 사용한 양이 됨. 예를 들어 60명이 1분씩 통화했다면 1 Erlang, 60명이 5분씩 통화했다면 5 Erlang이 됨. 각 안테나의 Erlang 자료는 집합적 자료이고 익명성을 갖추고 있기 때문에 개인 프라이버시 침해 우려가 없음.

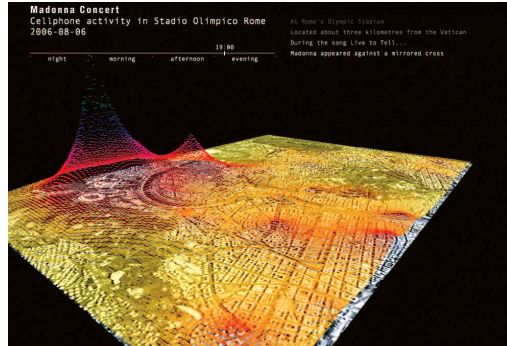
24) Ratti, C., Sevtsuk, A., Huang, S. and Pailer, R. 2005.11.28-30, "Mobile Landscapes: Graz in Real Time". 3rd Symposium on LBS & TeleCartography. Vienna, Austria, (<http://senseable.mit.edu/papers/pdf/RattiSevtsukHuangPailer2005LBSVienna.pdf>)

그림 4_그라츠의 통화량 밀도, 발신-수신지, 이동 경로 분석



주: (맨위) 2005년 10월 10일 오후 8시 현재 휴대전화 통화량 밀도 분석
 (중양) 같은 시간대 발신지-송신지 분석
 (아래) 같은 시간대 자원자의 물리적 이동 경로 분석
 출처: <http://senseable.mit.edu/graz>

그림 5_2006년 8월 6일 마돈나 공연 당시 로마 통화량 분석



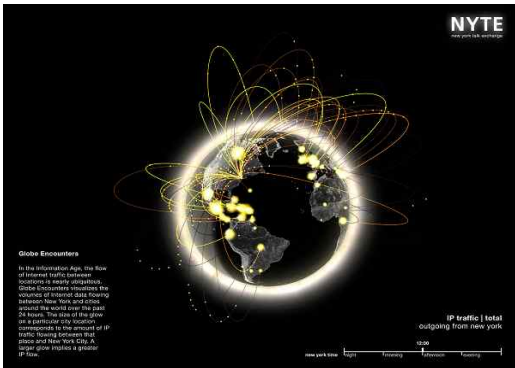
주: 그림 왼쪽 산처럼 솟은 곳이 마돈나 공연이 행해진 올림픽 스타디움 부근임.
 출처: Reades et al, 2007, p31.

악되었다. 가시적 효과를 높이기 위해, 로마 지도 상에 각 지역별 시간대별 통화량 변동량을 3차원으로 덧씌워 보는 사람들의 이해를 돕는 지도들이 제작되었다. 아래 그림은 2006년 8월 약 7만 명이 모인 마돈나의 로마 올림픽 스타디움 공연 당시의 휴대전화 통화량을 분석하여 지도화한 것이다. 이 프로젝트에서 제작된 각종 도면들은 2006년 Venice 비엔날레에서 전시되기도 했다.²⁵⁾

이 실험에서 주목할 만한 분석방법은 전화번호 앞자리가 다르다는 점을 착안하여 외국인들을 구별하여 이들의 이동경로와 내국인의 이동 경로를 비교 분석했다는 점, 이동속도가 다르다는 점에 착안하여 보행자들과 차량 탑승자들을 구분하고, 이들의 이동경로를 비교 분석했다는 점, 대중교통수단인 버스나 택시의 이동경로를 분석하여 사람들이 많이 모인 곳에 대중교통 수단이 제대로 제공되는지를 분석했다는 점이다. 또한 차후 이탈리아 전

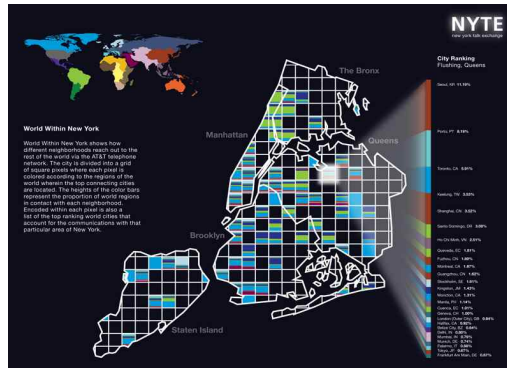
25) Real Time Rome 프로젝트에 대해서는 Calabrese F., Ratti C. 2006, "Real Time Rome", *Networks and Communication Studies* vol.20, no.3/4, pp247-258; Calabrese, F., Colonna, M., Lovisolo, P., Parata, D. and Ratti, C. 2007, "Real-Time Urban Monitoring Using Cellular Phones: A Case-Study in Rome", *MIT SENSEable City Laboratory Working Papers*; Reades, J, Calabrese, F, Sevtsuk, A, and Ratti C. 2007, "Cellular Census: Explorations in Urban Data Collection". *IEEE Pervasive Computing* vol.6, no.3, pp30-38 참조

그림 6_ 뉴욕과 세계 다른 도시와의 인터넷 접속 관계



주: 시간대별로 뉴욕을 기점으로 전 세계로 접속되는 IP 트래픽량을 보여줌.
출처: <http://senseable.mit.edu/nyte/>

그림 7_ 뉴욕 플래싱 지역의 통화 대상 지역 분석



주: 뉴욕 플래싱 지역의 경우 서울과 가장 전화통화량이 많다는 것을 보여줌.
출처: <http://senseable.mit.edu/nyte/>

그림 8_ 암스테르담의 시간대별 문자메시지 발송량 지도



주: 왼쪽부터 2007년 12월 31일 오후 8시, 오후 10시, 자정의 문자메시지 발송량. 송년을 보내고 신년을 맞는 자정에 발송량이 가장 많다는 것이 한 눈에 드러난다.
출처: <http://www.currentcity.org/>

화번호부 자료를 입수하여 여기에 수록된 업체들의 업종 및 주소 자료를 가지고, 휴대전화 통화량 분석의 결과와 대조해서 그 유용성을 확인하는 실험을 실시하였다.²⁶⁾

4) New York Talk Exchange 프로젝트

SENSEable City lab은 통신업체 AT&T와 협력하

여 New York Talk Exchange라는 연구를 수행하였고, 그 결과를 2008년 뉴욕현대미술관 (MoMA)에 전시되기도 했다. 이 프로젝트의 목적은 세계 도시 뉴욕이 다른 나라의 도시들과 어떻게 얼마나 연결되는지를, 그리고, 뉴욕 내부의 각 지역들은 어떻게 서로 다른 형태로 외부와 연결되는지를 가시적으로 보여주는 것이었다.

AT&T는 2007년과 2008년 특정 시간대에 이 회

26) Reades, J., Calabrese, F., and Ratti, C. 2009. "Eigenplaces: Analyzing Cities Using the Space-Time Structure of the Mobile Phone Network". *Environment and Planning B: Planning and Design* vol,36, no.5. pp824-836.

표 2_ 이동통신 매체를 통한 자료수집 방식들의 장단점 비교

구분	자원자 대상 자료수집 방식	무작위 시민 대상 자료수집 방식
조사 대상	실험에 동의한 소수 자원자에 한정됨	동의 여부와 무관하게 이동통신 매체 소지자 전체를 대상으로 한 조사 가능
자료 수집 방식	자원자에게 나누어준 특정 이동통신매체를 통한 시공간 자료 수집	블루투스 스캐닝을 통한 위치 자료수집 혹은 통신회사의 위치자료 및 통화자료 공유
프라이버시 문제	자원자들에게 사전 동의를 구함으로써 문제 해결	개인 신원이 노출되지 않는 집합적 자료를 사용함으로써 문제 해결
장점	수집정보 (위치, 이동경로)의 정확도 높음 설문·면접 등을 통한 정성적·심층적 분석과 결합 가능	다수 시민을 대상으로 한 넓은 지역을 커버하는 도시나 지역, 국가 차원의 조사 분석 가능
단점	조사분석 대상수의 제약	정성적 분석과 결합 어려움 수집정보의 정확도가 상대적으로 낮음
대표적 사례 연구	Positium의 사회적 위치 추적 연구 MIT Media Lab 현실탐구 프로젝트	Cityware 프로젝트 MIT SENSEable City Lab의 일련의 연구

사 회선을 통해 뉴욕에서 나가고 들어온 전화통화 자료와, 인터넷 프로토콜(IP)자료를 제공하였는데, 분석 결과 뉴욕은 AT&T 전화선으로 250여 개국 2만 7,200개 이상의 도시들과, AT&T 인터넷 선으로는 200여 개국 3만 5,500개 이상의 도시와 연결되어 있다는 것이 밝혀졌다. 또 이 프로젝트를 통해 뉴욕 내부 지역별로 서로 다른 형태의 국제 연결망이 형성되어 있다는 것이 드러났다. 예를 들어 맨해튼과 가장 통화가 빈번한 도시는 런던이었고, 한인들이 많이 사는 뉴욕 플러싱 지역과 가장 통화량이 많은 도시는 서울이었다.²⁷⁾ 이 프로젝트를 통해 뉴욕의 각 내부 지역별로 세계의 어디와 주로 교류하는지에 대한 정보뿐만 아니라, 어떤 국적의 사람들이 많이 거주하는지를 간접적으로 파악하는데도 도움이 된 것이다.

이외에도 SENSEable City lab은 암스테르담을 대상으로 한 Current City 프로젝트나 코펜하겐의

Real Time Copenhagen 프로젝트 등을 통해 휴대 전화를 활용하여 눈에 보이지 않는 도시의 여러 흐름들을 가시화하는 작업을 지속적으로 수행하고 있다. 최근에는 1회용 컵 같이 버려지는 쓰레기에 태그를 붙여 그 이동경로를 추적하고 지도로 가시화하는 작업을 통해, 쓰레기 수거과정을 파악하려는 연구들도 진행하고 있다.

5. 소결: 연구 사례별 특징 요약

지금까지 살펴본 것처럼 이동통신 매체를 활용한 연구는 자료수집 방식에 따라 크게 두 가지 방식으로 구분될 수 있다(〈표 2, 3〉 참조). 실험에 동의한 소수의 자원자를 대상으로 한 실험은 프라이버시 침해의 우려가 없을 뿐만 아니라, 이들의 신원이나 성향에 대한 정성적, 심층적 분석과 결합된 다양한 실험들을 시도하는 것이 가능하다. 하지만 조사 대

27) Rojas, F., Valeri, C., Caldesi, K., and Ratti, C. eds. 2008. *New York Talk Exchange: A Project for MoMA*. Cambridge: MIT SA+P Press.

표 3_주요 연구 사례별 자료수집 방법 및 분석 특징 요약

자료수집 대상	주요 연구사례	자료수집 방법 및 수집자료 속성	특징 및 결과 활용성	
소수 자원자	암스테르담 Real Time 프로젝트	휴대용 GPS를 통한 개인별 실시간 위치 자료	개인의 실시간 공간 이동행태 포착 및 실시간 지도화	
	에스토니아 사회적 위치추적 방법 실험	휴대전화를 통한 개인별 실시간 위치자료 + 설문조사를 통한 휴대전화 소지자의 개인신원 및 사회적 성향 자료	개인의 신원 정보와 사회적 성향 정보의 결합을 통한 실시간 사회 공간 지도 작성	
	MIT 현실탐구 프로젝트	휴대전화를 통한 개인별 위치자료 + 휴대전화를 통한 개인별 통화자료	표본에 대한 장기간 추적 조사를 통한 사회적 네트워크 분석 및 사회 행동 모형 추출 시도	
다수 무작위 시민	영국 City ware 프로젝트	특정 관문에 설치된 블루투스 스캐닝을 통한 통행량 추적	도시 특정 지점의 통행량 자료 수집	
	MIT SENSEable City Lab 프로젝트	밀라노	통신회사가 제공한 기지국 안테나 시간대별 통화량 Erlang 자료	도시의 장소별 시간대별 통화량 분석 및 통화 경로와 이동 경로 분석. 이 분석 결과를 실시간 지도화하여 시민들이 도시 내 동태적 움직임을 쉽게 이해할 수 있도록 함
		그라츠	밀라노 연구 자료 형태 + 전화통화자 O-D 자료 + 자원자 실시간 위치자료	
		로마	밀라노 연구 자료 형태 + 휴대전화 사용자 입지 및 이동경로 자료 + 버스와 택시 GPS 자료	
뉴욕		통신회사가 제공한 실시간 국제전화통화 O-D 자료와 인터넷 IP 자료		
			도시내부 및 도시들 사이의 실시간 통화량 및 인터넷 접속량 분석. 도시 간 관계 및 도시 체계 분석에 유용	

상 수의 제약으로 도시 차원의 넓은 지역에 대한 의미 있는 분석은 불가능하다.

이러한 한계를 극복하기 위해 실험에 대한 동의 여부와 무관하게 이동통신 매체 소지자 일반을 대상으로 한 위치자료 수집 방식이 개발되었다. Cityware의 연구에서는 블루투스 스캐닝을 통해, MIT SENSEable City lab의 일련의 연구에서는 통신회사 보유 자료의 공유를 통하여 도시 단위 분석에 필요한 방대한 분량의 자료를 수집하였다. 블루투스 스캐닝 방식의 경우 별도의 시설이 필요했음에도, 수집된 자료의 양과 커버 지역이 크지 못했지만 통신회사의 자료를 공유할 경우 별도 시설

없이도 방대한 양의 자료를 얻을 수 있었다. 결론적으로 넓은 공간적 범위에서의 대량의 자료를 필요로 하는 도시 단위의 연구에서는, 사용자의 동의를 구할 필요도 없고 특별한 설비를 갖출 필요가 없는 통신회사의 자료를 활용하는 것이 매우 효과적이라는 것이 경험적으로 입증된 셈이다.

하지만 사용자의 동의를 얻지 않은 이러한 연구는 개인 프라이버시 침해 가능성이 제기될 수 있다. 그래서 MIT SENSEable City lab이 통신회사로부터 얻은 대부분의 자료형태는 기지국 안테나에서 수신한 Erlang 자료였다. Erlang 자료는 대다수 통신운영자들이 사용하는 통화량 측정의 표준단위

로서, 특별한 노력이나 설비 없이 일상적으로 수집되고 있는 자료다. 또한 기지국 안테나에서 수집되는 관계로 익명성을 갖춘 집합적 자료이기 때문에 개인 신원이 노출되는 것이 불가능하다는 장점이 있다.²⁸⁾ Erlang 자료의 약점은 위치정보의 정확도가 GPS보다 떨어진다는 점과, 발생한 통화가 어느 지역과 연결되는 것인지를 파악할 수가 없다는 점이다. 하지만 별도의 소수 표본을 활용한 통화자 O-D 자료가 결합된다면, 위치의 상세한 정확도를 요구하지 않는 공적 목적의 도시 연구에서는 기지국 안테나의 Erlang 자료가 유용하게 활용될 수 있다.

IV. 도시 활동 분석에서 이동통신 매체의 활용 가능성과 제약 요인

1. 이동통신 매체가 제공하는 자료 유형과 활용 가능성

이동통신 매체를 활용한 시공간 자료 수집의 장점은 다음과 같다. 우선 이동통신 매체는 대다수의 사람들이 항상 소지하고 다니기 때문에, 다른 특별한 설비 없이도 다수의 실제적 위치와 움직임을 왜곡 없이 추적할 수 있다. 둘째, 기존의 시공간 자료 수집 방식과 비교해 볼 때, 수집할 수 있는 자료의 양이 방대하고 정확도가 뛰어날 뿐 아니라, 수집 방식이 간편하여 자료 수집에 수반되는 비용과 노력이 훨씬 절감된다. 셋째, 실시간으로 자료 수집 및 전달, 분석이 가능하다.

도시 활동 분석을 위해 이동통신 매체를 통해

획득 가능한 자료는 다음 세 가지 유형의 자료이다. 첫째, 소지자의 위치자료다. 둘째, 소지자의 통화 및 접속자료다. 셋째, 소지자의 신상자료다.²⁹⁾ 프라이버시 침해가 우려되는 소지자의 신상 자료를 제외하더라도, 이동통신 매체를 통한 위치 자료와 통화 및 접속 자료가 집합적 형태로 제공된다면 도시활동 분석 연구에 큰 도움이 될 것이다.

우선 먼저, 이동통신 매체를 통해 확보가능한 실시간 위치 정보는 통근패턴, 업무이동패턴, 쇼핑패턴, 여가패턴 등 시민들의 각 목적별 교통수단별 통행량과 통행 경로를 실시간으로 손쉽게 파악할 수 있게 해준다. 또 시간대별로 어떤 장소에 어느 정도 사람들이 모여 있는지를 파악할 수 있게 해준다. 이러한 정보는 도로 건설, 대중교통 노선 확정 같은 교통계획이나 공공시설 입지, 조닝 설정 같은 도시계획의 기초 자료로 유용하게 활용될 수 있다. 또 도시통근권이나 영향권의 경계를 설정하는 데도 유용할 것이다.

둘째, 소지자의 실시간 통화/접속자료 역시 도시 활동 분석 연구에 중요한 자료가 될 수 있다. 위치 자료가 도시에서의 물리적 이동 행태를 분석하는데 도움을 준다면, 통화/접속 자료는 물리적 이동 없이 이루어지는 사람들 간의 정보교류와 소통 과정을 분석하는 데 활용될 수 있다. 이 자료는 도시 간 상호작용이나 도시 체계 분석 연구에 유용하게 사용될 수 있다. 타국과의 통화/접속자료가 확보된다면 세계 도시 체계 연구도 가능하게 된다.

이동통신 매체 자료는 실시간으로 수집, 전송, 가공되어 동태적 지도로 가시화될 수 있기 때문에,

28) Reades, J. Calabrese, F. Sevtsuk, A. and Ratti C. 2007. "Cellular Census: Explorations in Urban Data Collection". *IEEE Pervasive Computing* vol.6, no.3, p30.

29) 유럽연합의 경우 이동통신매체를 통해 얻을 수 있는 자료를 통화(traffic)자료, 개인신상(personal)자료, 위치(location)자료로 구분하면서, 프라이버시 침해를 방지하기 위해 익명성이 보장되는 집합적 자료 형태 외에는 이 자료들의 외부 공개를 엄격 금지하고 있음.

시간대별, 요일별로 시시각각 변동하는 도시의 역동적 흐름을 쉽게 파악할 수 있게 해준다. 따라서 도시 관리자들은 평상시에는 교통 흐름 같은 도시 일상활동 모니터링에, 유사시에는 주민의 신속 대피를 위한 상황 파악 수단으로 활용할 수 있다.

만약 사용자의 동의를 구한다는 전제 아래, 이동통신매체의 위치정보와 통화정보에 소지자의 직업, 연령, 계층 등의 신상정보가 결합되어 분석된다면, 활용가능한 연구 대상은 도시 분야를 넘어서 인간 행태를 연구하는 사회과학 전반으로 확대될 수 있다. 한 예로, 지금까지 사람들의 시공간 행태 자료 확보가 어려워 주저되었던 시간지리학 관련 실증연구들이 아주 쉽게 진행될 수 있다. 이때 물리적 이동에 초점을 맞추는 전통적 시간지리학 분석을 위해서는 이동통신매체의 위치 자료가, 전자적 접속으로 사이버 공간까지 확장된 시간지리학 분석을 위해서는 통화·접속 자료가 활용될 수 있다. MIT 현실탐구 프로젝트에서 시도했던 사회적 네트워크 분석도 보다 대규모 차원에서 이루어질 수 있을 것이다.

또한 이동통신 매체를 통해 획득된 자료들은 이미 구축되어 있는 다른 도시 분석자료와 쉽게 연계되거나 결합될 수 있다. 예를 들어 지역별 소득, 인종

분포 같은 사회경제적 속성자료나, 기상 변화, 식생 분포 같은 자연환경적 속성자료, 도로나 공원 같은 도시시설물 위치자료 등과 연계된다면, 개인과 사회 집단, 인간과 자연사이의 상호작용을 분석하려는 다양한 분야의 연구에 큰 도움이 될 것이다.

한편 이동통신 매체 소지자가 실시간 의사표현이 가능하다는 점에 주목한다면, 도시에서 진행되는 여러 사안에 대한 시민들의 실시간 의견 수렴이나 여론조사가 가능해진다. 이러한 가능성은 도시 계획이나 정책수립 과정에서 시민들의 적극적 참여로 이어질 수 있다.

2. 사회적 제약요인과 극복 방향

이처럼 이동통신매체를 활용한 도시 분석 연구의 잠재적 가능성은 매우 높다. 그러나 이런 가능성들이 실현되려면 극복해야 할 기술적, 사회적 제약요인들도 많다. 기술적 제약 요인은 주로 위치자료의 정확성, 표준성, 자료 수집과 전송의 효율성 등과 관련된 것들이다. 사회적 제약 요인은 통신회사 자료의 공유 문제와, 프라이버시 침해 문제가 대표적이다. 이 글에서는 사회적 제약 요인에 대해서만 좀 더 검토해 보기로 한다.

표 4_ 이동통신 매체가 제공하는 자료 유형 및 활용 가능성

자료 유형	분석 가능 도시활동	활용 연구영역
실시간 위치 자료	<ul style="list-style-type: none"> • 각 목적별 · 교통수단별 통행량과 통행경로 • 시간대별 · 장소별 사람과 차량 분포 현황 	<ul style="list-style-type: none"> • 교통 및 도시 시설 수요 예측 • 도시 모니터링 및 재난 대처 • 상권 및 도시권(중심지체계) 분석 • 전통적 시간지리학 분석
실시간 통화 · 접속 자료	<ul style="list-style-type: none"> • 시간대별 · 장소별 통화량 · 접속량과 통화 · 접속 경로 	<ul style="list-style-type: none"> • 이동 없이 이루어지는 교류와 소통 과정 분석 • 도시 간 관계 및 도시 체계 분석 • 사이버공간으로 확장된 시간지리학 분석
소지자 신상자료	<ul style="list-style-type: none"> • 위치자료나 통화자료와 결합될 경우 각 계층별 · 집단별 차별적인 도시활동 분석 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 사회적 네트워크 분석 • 사회 지도 작성

1) 통신회사 자료의 공유 문제

앞서 언급한 것처럼, 이동통신매체 자료의 가장 좋은 획득 방법은 통신회사가 이미 보유하고 있거나 일상적으로 생성하고 있는 자료를 공유하는 것이다. MIT SENSEable City Lab이 수행한 일련의 연구들은 여러 통신회사로부터 자료를 협조 받았기에 가능했다. 그러나 문제는 비록 공익적 연구라고 하더라도, 현재 대부분의 나라에서 이동통신서비스를 책임지고 있는 민간통신회사로부터 연구에 필요한 자료를 얻기가 쉽지 않다는 점이다. 막대한 자본을 투자해 통신 인프라를 구축한 민간통신회사들 입장에서 볼 때, 이동통신 관련 자료는 영업 비밀이나 잠재적 수익 창출의 원천으로 간주된다. 결국 이런 유형의 연구가 직면한 가장 큰 제약요인은 통신회사로부터의 자료 협조 여부인 것이다.

하지만 통신회사가 소유한 모든 자료가 다 영업 비밀이나 수익창출의 원천인 것은 아니다. 따라서 회사의 이익이나 개인 프라이버시를 침해할 우려가 없는 자료들에 대해서는 공익적 목적의 연구나 정책 수립을 위해 공개되어 널리 활용될 수 있도록 제도적 뒷받침이 마련될 필요가 있다.

2) 개인 프라이버시의 침해 문제

개인 프라이버시 침해 문제도 이런 유형의 연구를 제약하는 중요한 요인이다. 정확도가 높아서 연구에 유용한 자료일수록, 각 개인의 프라이버시를 침해할 가능성도 높아진다. 예컨대 이동통신에서 착신호 발생 시 해당 기지국을 파악하는 페이지징(paging) 자료가 공개된다면 통신의 발신지와 착

신지를 손쉽게 분석할 수 있어서 단순히 기지국별 통화량만 알려주는 Erlang 자료보다 이동경로 분석에 더 유용하게 활용될 수 있다 하지만 프라이버시 침해 가능성은 더 높아진다.

사실 지금 이 순간에도 우리가 인식하지 못하는 사이에 우리의 위치정보는 휴대전화를 통해 이동통신회사에 제공되고 있다. 앞으로 위치추적 기술이 더욱 발달한다면, 개인의 프라이버시나 이동의 자유를 공권력이나 민간 대기업이 날날이 파악하고 통제하는 이른바 ‘빅 브라더’ 사회가 도래할 가능성도 있다. 그 정도는 아니더라도 특정 개인이나 집단에 대한 차별적 감시에 이 기술이 악용될 우려는 높다. 이미 일부 회사에서는 회사 업무라는 명목으로 공공연히 직원들의 위치정보를 실시간으로 파악하고 있다. 그런 의미에서 Dobson과 Fisher는 위치 추적 기술 때문에 우리가 지리적 노예(Geoslavery)가 될 위험에 빠져 있다고 경고하고 있다.³⁰⁾

그러나 도시 차원의 분석 연구에 정작 필요한 자료 형태는, 인구센서스 같은 통계 자료와 마찬가지로 특정 개인의 신상이 감추어진 집합적 자료인 경우가 대부분이다. 따라서 사생활 침해 우려가 없는 집합적 자료는 공개를 권장하여 공익적 연구에 널리 활용되도록 하고, 사생활 침해의 우려가 있는 자료는 유출과 오남용을 철저히 금지하는 정교한 정책적 가이드라인이 요구된다.

휴대전화를 활용한 도시분석 연구의 또 하나 취약점으로 들 수 있는 것이 대표성의 문제다. 많은 사람들이 휴대전화를 가지고 다니고 있지만, 그렇다고 모든 사람들이 항상 휴대전화를 소지하고 다니는 것은 아니기 때문이다. 하지만 지금의 휴대전화 보급 추세를 본다면, 휴대전화 소지자가 어린이

30) Fisher P, and Dobson J, 2003, "Who Knows Where You Are, and Who Should, in the Era of Mobile Geography". *Geography* vol.88, no.4, pp331-337.

를 제외한 거의 모든 성인 인구를 대표한다고 해도 큰 문제는 없어 보인다.

V. 결론 및 시사점

일찍이 Castells은 정보통신기술의 발전에 의해 가능해진 흐름(flow)의 공간이 현대 네트워크 사회의 특징이라고 했다.³¹⁾ Sheller 역시 현 시대 네트워크 도시는 사람, 차량, 정보의 흐름으로 구성된다고 했다.³²⁾ 그런데 이러한 흐름은 점점 더 비가시적인 형태를 띠게 되고, 또 민간기업에 의해 운영 통제되는 경향이 있기 때문에 전통적 방식으로 이를 포착하는 것이 점점 어려워지고 있다. 그러나 이러한 흐름을 파생시키는 데 기여한 기술진보는 또한 동시에 이를 쉽게 포착하고 분석할 수 있는 새로운 가능성도 열어주었다.³³⁾

우리나라 정보통신 인프라 구축 수준과 이동통

신 매체 보급 수준은 세계 최고 수준에 있기 때문에, 이동통신 매체를 활용한 도시 분석 연구를 하기에 매우 유리한 조건을 갖추고 있다. 또 우리나라는 이미 2004년 말 제정된 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」이라는 법적 제도를 갖추었다. 이 법에는 공공목적의 위치정보 이용을 활성화하기 위한 조치들을 다루고 있다.

그렇지만 아직까지 우리나라에서 이런 유형의 연구들이 본격적으로 이루어지지 못하고 있다. 이런 연구의 활성화를 위해 우선 시급한 것은 공공당국이나 연구자들의 관심이다. 그러나 무엇보다도 중요한 것은 통신회사들의 자료 협조다. 공공 목적의 도시 연구에서 유용하게 활용될 수 있는 자료는 집합적 형태의 자료이고 높은 정확도가 요구되는 것이 아니라서 상업적 가치는 별로 없다. 따라서 통신회사들이 이미 수집한, 그리고 앞으로 계속 수집할 방대한 자료들 중에서, 공익 목적의 연구를 위해 필요한 자

료를 아무 조건 없이 제공하고, 한걸음 더 나아가 우리나라 도시의 이해 및 문제 해결에 도움이 될 만한 자료들을 연구자들과 공동으로 기획하고 수집하는데 앞장선다면, 우리나라 도시 분석 및 예측 관리 수준을 한 단계 더 높일 수 있을 것이다.³⁴⁾

표 5_ 이동통신 매체를 통한 도시 연구의 제약 내용과 극복 방향

구분	제약 내용	극복 방향
기술적 요인	• 위치정보의 정확성 • 자료수집 및 전송의 효율성	• 관련 기술 개발 및 GPS 장착 확대
	• 자료의 표준화	• 국가적 국제적 표준 제정 노력
사회적 요인	• 민간회사 소유 자료 접근 어려움	• 공익을 위한 자료 공유 제도 마련
	• 프라이버시 침해 우려	• 개인 신상 자료는 철저히 보호, 집합적 자료는 공유

31) Castells, M. 1996. *The Rise of the Network Society*. 김복한·박행웅·오은주 역. 2003. 네트워크 사회의 도래. 서울 : 도서출판 한울.
 32) Sheller M. 2004. "Mobile Publics: Beyond the Network Perspective". *Environment and Planning D: Society and Space*, vol.22, no.1, pp39-52.
 33) Reades, J., Calabrese, F. & Ratti, C. 2009. "Eigenplaces: Analyzing Cities Using the Space-Time Structure of the Mobile Phone Network". *Environment and Planning B: Planning and Design* vol.36, no.5, p824.
 34) 통신회사의 이러한 행동을 촉진하기 위해 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」에 민간통신회사가 소유한 위치정보 중 사생활 침해의 우려가 없는 자료에 대해서는 공익적 목적을 위한 연구에 제공하도록 권장 혹은 의무화하는 조항을 명시하는 것이 하나의 대안이 될 수 있음.

참고문헌

- 강현수. 2007. 도시, 소통과 교류의 장: 디지털 시대 도시의 역할과 형태. 서울 : 삼성경제연구소.
- 박기호 외. 2005a. "시간지리학 응용을 위한 시공간데이터베이스 기반의 GIS 컴퓨팅 연구". 한국GIS학회지 제13권 제3호. 서울 : 한국GIS학회. pp221-237.
- _____. 2005b. "시공간 개인통행자료의 지리적 시각화". 대한지리학회지 제40권 제3호. 서울 : 대한지리학회. pp310-320.
- 이성호 외. 2007. "부상하는 위치기반서비스". 삼성경제연구소 CEO Information 615호. 서울 : 삼성경제연구소.
- 이희상. 2009. (비-)장소로서 도시 기계 공간: 대구 지하철 공간의 기호적 재현에 대한 해석. 대한지리학회지 제44권 제3호. 서울 : 대한지리학회. pp301-322.
- 최재호. 2008. "위치기반서비스산업 동향과 시사점". 산은경제연구소 이슈분석 5월호. 서울 : 산은경제연구소.
- Ahas R., Ülar M. 2005. "Location Based Services-New Challenges for Planning and Public Administration?". *Futures* vol.37, no.6. USA : Future Magazine Group. pp547-561.
- Brown, B. Green, N. and Harper, R. 2001. *Wireless World - Social and Interactional Aspects of the Mobile Age*. London : Springer.
- Calabrese, F., Colonna, M., Lovisolo, P., Parata, D. and Ratti, C. 2007. *Real-Time Urban Monitoring Using Cellular Phones: A Case-Study in Rome*. MIT SENSEable City Laboratory Working Papers(http://senseable.mit.edu/papers/pdf/2007_Calabrese_Colonna_Lovisolo_Parata_Ratti_senseable.pdf). [2009.10.8].
- Calabrese, F., Kloeckl, K. and Ratti, C. 2007. "Wikicity: Real-Time Urban Environments". *IEEE Pervasive Computing* vol.6, no.3. Washington DC : IEEE Computer Society. pp52-53.
- Calabrese F. and Ratti C., 2006. "Real Time Rome". *Networks and Communication Studies* vol.20, no.3/4. France : Netcom. pp247-258.
- Castells, M. 1996. *The Rise of the Network Society*. 김복한·박해웅·오은주 역. 2003. 네트워크 사회의 도래. 서울 : 도서출판 한울.
- Castells, M. et al. 2007. *Mobile Communication and Society: A Global Perspective*. Cambridge : The MIT Press.
- Eagle, N. and Pentland A. 2006. "Eigenbehaviors: Identifying Structure in Routine"(<http://vismod.media.mit.edu/tech-reports/TR-601.pdf>). [2009.10.8].
- _____. 2006. "Reality Mining: Sensing Complex Social Systems". *Personal and Ubiquitous Computing* vol.10, no.4. London : Springer. pp255-268.
- Fisher P. and Dobson J. 2003. "Who Knows Where You Are, and Who Should, in the Era of Mobile Geography". *Geography* vol.88, no.4. Sheffield : Geographical Association. pp331-337.
- Goggin, G. 2006. *Cell Phone Culture: Mobile Technology in Everyday Life*. New York : Routledge.
- Hägerstrand, T. 1970. "What about People in Regional Science?". *Papers of the Regional Science Association* vol.24, no.1. Hoboken, NJ : Wiley. pp7-21.
- Katz, E. J. 2008. *Handbook of Mobile Communication Studies*. Cambridge : The MIT Press
- Ling, R. 2004. *The Mobile Connection: The Cell Phone's Impact on Society*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Lynne, H and Lasen, A. 2005. *Mobile World : Past, Present And Future*. New York : Springer-Verlag New York Inc.
- Miller, H. 2004. "Activities in Space and Time". eds. Hensher, D. et al. *Handbook of Transport Geography and Spatial Systems*. Amsterdam : Elsevier Science. pp647-660.
- _____. 2004. "Necessary space-time Conditions for Human Interaction". *Environment and Planning B: Planning and Design* vol.32, no.3. London : Pion Ltd. pp381-401.
- _____. 2005. "A Measurement Theory for Time Geography". *Geographical Analysis* vol.37, no.1. Hoboken, NJ : Wiley. pp17-45
- Mitchell, W. 1999. *E-topia*. 강현수 역. 2001. 이토피아. 서울 : 한울
- _____. 2003. *Me++: The Cyborg Self and the Networked City*. Cambridge : The MIT Press.
- Moss, M. L. and Townsend, A. M., 2004. "Moving Information in the Twenty-first Century City". ed. Hanley R. *Moving People, Goods and Information*. London : Routledge. pp63-75.
- O'Neill, E. et al. 2006. *Instrumenting the City: Developing Methods for Observing and Understanding the Digital Cityscape*. UbiComp 2006: Ubiquitous

- Computing LNCS 4206. London : Springer, pp315-332
- Polak E. 2002, "Amsterdam Real Time". Waag Society, <http://www.waag.org/realtime>. [2009.10.8].
- Ratti, C., Calabrese, F., and Kloeckl, K. 2007, "Wikicity: Connecting the Tangible and the Virtual Realm of a City". *GeoInformatics* vol.10, no.8, Emmeloord, The Netherlands : CMedia, pp42-45.
- Ratti, C, Pulsell, R, M, Williams, S, and Frenchman, D. 2006, "Mobile Landscapes: Using Location Data from Cell Phones for Urban Analysis". *Environment and Planning B: Planning and Design* vol.33, no.5, London : Pion Ltd, pp727-748.
- Ratti, C., Sevtsuk, A., Huang, S, and Pailer, R. 2005,11,28-30. "Mobile Landscapes: Graz in Real Time". *3rd Symposium on LBS & TeleCartography*, Vienna, Austria, (http://senseable.mit.edu/papers/pdf/RattiSevtsukHuangPailer2005LBS_Vienna.pdf).
- Reades, J, Calabrese, F, Sevtsuk, A, and Ratti C. 2007, "Cellular Census: Explorations in Urban Data Collection", *IEEE Pervasive Computing* vol.6, no.3, Washington DC : IEEE Computer Society, pp30-38.
- _____. 2009, "Eigenplaces: Analyzing Cities Using the Space-Time Structure of the Mobile Phone Network". *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol.36, no.5, London : Pion Ltd, pp824-836.
- Rheingold, H., 2002, *Smart Mobs: The Next Social Revolution*, 이운경 역. 2003, 참여군중. 서울 : 황금가지.
- Rojas, F., Valeri, C, Caldesi, Kloeckl, K, and Ratti, C. 2008. *New York Talk Exchange: A Project for MoMA*, Cambridge : MIT SA+P Press.
- Sheller M. 2004, "Mobile Publics: Beyond the Network Perspective". *Environment and Planning D: Society and Space* vol.22, no.1, London : Pion Ltd, pp39-52.
- Sheller, M, and Urry, J. 2006, "The New Mobilities Paradigm". *Environment and Planning A* vol.38, no.2, London : Pion Ltd, pp207-226.
- Shoval N. 2007, "Commentary: Sensing Human Society". *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol.34, no.2, London : Pion Ltd, pp191-195.
- The World in 2009: ICT Facts and Figures, International Telecommunication Union(http://www.itu.int/ITU-D/ict/material/Telecom09_flyer.pdf). [2009.10.8].
- Townsend, A, M. 2000, "Life in the Real-time City: Mobile Telephones and Urban Metabolism". *Journal of Urban Technology* vol.7, no.2, London: Routledge pp85-104.
- Yu, H, and S-L, Shaw. 2007, "Revisiting Hägerstrand's Time-geographic Framework for Individual Activities in the Age of Instant Access". ed, H, Miller *Societies and Cities in the Age of Instant Access*, Dordrecht, Netherlands: Springer Science, <http://senseable.mit.edu>
<http://www.airsage.com>
<http://www.cityware.org.uk>
<http://www.intellione.com>
<http://www.itisholdings.com>
<http://www.pathintelligence.com>
<http://www.positium.ee>
<http://www.sensenetworks.com>
<http://www.waag.org>

-
- 논문 접수일: 2009.10.14
 - 심사 시작일: 2009.10.20
 - 심사 완료일: 2009.11.25

ABSTRACT

**Mobile Device-analysis of Urban Daily Activities:
Possibilities and Constraints in Urban Studies**

Keywords: Mobile Devices, Cell Phone, Location-based Services, Time-geography,
Time-space Behaviors, Urban Daily Activities Analysis

Recently, mobile devices embedded with location-based tracking functions have become prevalent across the globe. These devices are also useful tools for conducting large scale, representative human behavioral research. In this paper, I review some seminal attempts that tried to first gather the data of citizens' time-space behaviors by using mobile devices, then analyze and visualize urban daily activities. In addition, I investigate some of the barriers to the wide implementation of these kinds of experiments, focusing on data access and permission issues as well as personal privacy issues.

**이동통신 매체를 활용한 도시 일상활동 분석방법 연구동향:
도시연구에서 활용가능성과 제약 요인**

주제어: 이동통신 매체, 휴대전화, 위치기반서비스, 시간지리학, 시공간행태, 도시 일상활동 분석

사람들의 공간 이동 행태를 조사 분석하는 일은 도시 연구의 주요 관심사다. 최근 대중적으로 널리 보급된 휴대전화와 같은 이동통신 매체를 통해 위치 정보를 추적하는 위치기반서비스 기술이 상용화되고 있다. 이에 발맞추어 이동통신 매체를 활용하여 도시 일상 활동 분석에 필요한 광범위한 시공간 이동 행태 자료를 수집 분석하고 이를 시각적 형태로 가시화하려는 연구들이 등장하고 있다.

본 논문에서는 최근 외국에서 진행되고 있는 이동통신 매체를 활용한 도시 일상 활동 분석 연구들의 동향과 주요 사례, 이들 사례에서 사용된 분석 방법의 특징과 의의를 고찰하였다. 본 연구의 사례 분석을 위하여 각 사례의 연구 목적과 아울러, 자료 수집 방식에 따라 첫째, 소수 자원자를 대상으로 한 표본 실험 방식과, 둘째, 무작위 다수 시민을 대상으로 한 자료 수집 방식으로 나누어 각 방식별 특징과 장단점, 가능한 자료 수집 유형 및 분석 가능 도시 활동 등을 비교 검토하였다. 그리고 이런 형태의 연구들의 향후 활용 가능성과 함께, 그 진전을 막는 사회적 제약 요인들, 특히 민간통신회사로부터 자료 확보의 문제와 개인 프라이버시 침해 문제에 대해 살펴보고 이의 극복 방안과 우리나라에 대한 시사점을 모색해 보았다.