

# 독거노인 안전확인을 위한 최적 에너지원 규명 및 모니터링 시스템 구현

김호식<sup>1</sup> · 차유나<sup>1</sup> · 진상윤\*

<sup>1</sup>성균관대학교 일반대학원 미래도시융합공학과

## An identification of optimized energy usage factors and monitoring System development for safety identification for elderly living

Kim, Hosik<sup>1</sup> · Cha, Youna<sup>1</sup> · Chin, Sangyoon\*

<sup>1</sup>Department of Convergence Engineering for Future City, Sungkyunkwan University

**Abstract :** The speed of aging society is increasingly getting faster in Korea. Currently, there are over one million elderly living alone, which represents more than 19% of the total elderly in Korea. Although various policies and research have been implemented for caring the elderly living alone, there have been obvious limitations in realization of the caring system due to inconvenience, privacy violation, difficult operation and maintenance. Therefore, the objective of this study is to develop a method and a prototype system to monitor safety of elderly living alone by using energy usage information of automatic meter reading device. The proposed system is expected to improve or resolve the existing limitations and to provide 24 hour monitoring and early detection of death for the elderly living alone without adding staffs for operation and maintenance in a more effective and economic way.

**Keywords :** Elderly Living Alone, AMR, Safety Identification Monitoring

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

한국인의 고령화는 2000년 고령화 사회(7.2%), 2018년 고령사회(14.3%), 2030년 초고령화 사회(20.8%)로 매우 빠르게 진행되고 독거노인 가구 또한 2010년 102만 가구, 2020년 151만 가구, 2030년 234만 가구로 급증할 것으로 전망 되고 있다(National Statistics Office 2010).

이와 더불어 저출산, 핵가족, 황혼이혼, 부양의식에 대한 가치관 변화 등 인구·사회구조 변화로 혼자 거주하는 독거노인이 급속히 늘어나면서 숨진 지 한참 지난 뒤 발견 되는 이른바 고독사 “그의 임종을 지킨 이 아무도 없었다.” (Kim 2012)는 언론기사와 “독거노인 백만 명 .. ‘궁핍·외면’ 고독사 비상(Oh 2011)” 및 “아무도 모르는 외로운 죽음

‘고독사’ 다룬다”(Yeo 2012)는 내용이 방송되는 등 독거노인 문제가 심각한 사회적 문제로 대두되고 있는 안타까운 현실에 직면해 있다.

이러한 사회적 문제를 해결하기 위해 다양한 연구(Jang and Kim 2007, Lee and Shin 2009, Jung et al. 2009, Park 2010, Lee et al. 2010, Lee et al. 2011)가 수행되었으나 대부분 고비용 구조의 시스템 구축, 신체부위에 장치 부착으로 인한 생활의 불편함, 감시카메라에 의한 사생활 노출 거부감 등의 문제점과 지속운동을 위한 조직구성 및 시스템운영 방안 제시 미흡으로 현실성이 떨어져 실제 구현되는 사례가 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 2010년 기준으로 거주 비율이 59% 달하는 아파트에 2000년 후반부터 보편적으로 설치되고 있는 원격검침시스템과 아파트 관리 인력을 활용하여 저비용 구조로 지속 관리운영이 가능한 보편적 독거노인 안전 확인 모니터링 시스템을 구축하기 위한 에너지원 요인과 방법론을 도출하고 이를 기반으로 한 서비스 구현방안을 제시하는 것이 목적이다. 본 연구에 대한 기본 개념과 예비결과는 한국건설관리학회 학술발표대회(Kim et al. 2013)에서 발표된 바 있으며 본 논문은 그 발표의 연장선상에서 구

\* Corresponding author: Chin, Sangyoon, Department of Architectural Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 440-746, Korea

E-mail : schin@skku.edu

Received November 11, 2013; revised April 9, 2014

accepted May 13, 2014

체적인 연구방법, 과정, 분석, 시스템 구현 및 실증을 기술하고 있다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 전기, 가스, 수도, 온수, 난방 등 5종의 원격검침 에너지사용량을 분석하여 24시간 주기로 이상 징후를 예측할 수 있는 에너지원을 도출하고 이를 기반으로 모니터링 하는 시스템을 개발하여 입주단지 실증을 통해 독거노인 안전 확인 모니터링 즉 U-서비스 구현방안을 제시하는 연구로서 다음 그림과 같은 절차로 진행하였다.

## 2. 관련 연구 및 이론 고찰

선행 연구를 살펴보면 전기에너지 사용량 모니터링에 의한 방법과 세대 내 감지센스 설치, 원격감시카메라 설치, 또는 신체의 움직임 감지할 수 있는 휴대장치 개발 등 특정장치를 이용하여 모니터링 하는 고비용 구조의 연구들이 진행되었다.

Table 1. Research procedure

Literature review	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Existing research and developments</li> <li>· Society change and government policy</li> <li>· Limitations analysis</li> </ul>
↓	
Analysis Energy Usage	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Overview of a test bed</li> <li>· Analysis energy type usage</li> <li>· Derivation of measuring condition and optimum energy type combination</li> </ul>
↓	
Verification	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Verification through a test bed</li> <li>· Data comparison</li> </ul>
↓	
System Development	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Development of prototype system</li> <li>· Operation and management plan</li> </ul>

### 2.1 에너지모니터링에 의한 안전 확인 시스템

Lee(2008, 2012)는 집안에서 사용하는 가전 및 조명기기 에너지 부하에 의한 사용 전류의 변화를 감지하여 독거노인의 정상적인 활동여부를 확인하는 전력선통신기반의 독거노인 안부확인 시스템을 개발하였으며, Jeong et al.(2008)는 독거노인들의 전기사용량을 분석하여 전기사용 패턴이 비정상적이면 위험 발생을 감지하여 소방방재청과 연계하는 방안을 제시하였다.

### 2.2 IT 기술을 이용한 안전 확인 시스템

공동주택의 가스에너지 사용량 분석을 통해 소비 특성을 선정하고 사용량 예측모델을 개발한 연구(Hong et al, 2011)와 다중이용시설물에서 이용객의 안전 상황에 대응

하기 위하여 이용객 흐름을 공간이벤트 정보를 기반으로한 시스템을 제안 연구(Ahn et al, 2008) 등이 제시되었다.

Park(2010)은 각 방과 거실에 온도, 습도, 조도, 바이오센스를 부착, 독거노인의 거동을 실시간으로 파악하여 외부기관이나 가족 및 친지에게 유·무선으로 정보를 제공하여 위급 시 즉각 조치를 취할 수 있는 방안을 제시하였다.

Lee and Shin(2009)과 Jung et al.(2009)는 독거노인의 몸 또는 장갑에 RFID 태그(Tag)를 부착하고 집안 곳곳에는 태그를 읽을 수 있는 리더기를 설치하여 정보를 수집하고 서버에 전송하여 상황을 분석하고 이를 유·무선 통신을 이용하여 보호자 또는 응급의료기관에 통보하는 시스템을 개발하였다.

Lee et al.(2010)와 Lee et al.(2011)는 침실, 거실 등 곳곳에 움직임 감지 센싱 모듈을 설치하여 활동량을 체크하고 실내위치 추적으로 상황정보를 유·무선 기반 네트워크를 이용하여 가족 또는 병원에 통보하는 시스템을 개발하였다.

Jang and Sim(2007)은 24시간 건강 모니터링이 필요한 환자를 위해 손가락에 반지 모양의 센스를 착용하고 일상생활 속에서 맥박 변화율을 감지하며 블루투스(Bluetooth)나 지그비(Zigbee)와 같은 저가의 무선통신기술을 이용하여 데이터를 전송하는 시스템을 개발하였다.

### 2.3 기존연구의 한계 및 차별성

전기에너지 사용량을 기반으로 한 모니터링 방법의 경우 기존의 전력공급설비에 통신기능을 부여함으로써 저렴한 비용으로 구축할 수 있는 장점이 있으나 전기·김치냉장고, 전기 냉·온수기와 같이 자동으로 전원이 공급되었다 단절되었다 반복하는 제품과 TV, 에어컨, 선풍기 등과 같이 사용자에게 의해 전기 사용량이 나타나는 제품의 유형이 있고, 각 세대마다 보유한 제품의 전력 용량이 상이함에 따라 모니터링을 위한 기본 값 설정이 매우 어렵고, 이사로 인해 거주자가 바뀔 때 마다 서버에 기본 값을 재설정해야 하는 문제점이 있어 아파트 단지를 대상으로 실용화 하는 것은 어려운 실정이다.

또한 세대 내 감지센스 설치 또는 몸에 감지할 수 있는 휴대 장치 부착 등 IT 기술을 이용한 특정장치를 설치하는 시스템의 경우 영상정보에 의한 사생활 침해 우려, 모니터링 장비 착용에 따른 생활의 불편함, 시스템 구축에 따른 고가의 추가비용 발생, 휴대장치 배터리 교체, 보호자 휴대폰 또는 응급의료기관에게 통보하는 협업체계 미구축 등 대응체계가 미흡해 이 또한 보편적 서비스로 이루어지지 않고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 실시간 기반은 아니지만 원격검침 시스템을 활용하여 저비용구조의 독거노인 안전 확인 모

니터링 시스템구축과 지속운영 가능한 구현방안을 찾아 제시한다는 점에서 차별화된다.

### 2.4 독거노인 안전 확인을 위한 정부정책

정부에서는 고령화와 핵가족으로 인해 독거노인이 급증하고 가족부양의식의 변화로 인하여 이들의 사회적 관계가 취약하고 정서적으로 고립되어 고독사가 발생할 가능성이 높은 것으로 판단하여 다양한 정책을 추진하고 있다. 보건복지부를 중심으로 독거노인 응급안전 돌보미 시스템 구축, 상담원을 지정하고 주 2~3회 안부전화를 하는 독거노인 사랑 잇기, 거동이 불편한 노인에게 대한 원격진료를 하는 독거노인 u-Care 시스템 구축 등이 그 예이다.

추진사례를 보면 2010. 8. ~ 2010. 12 약 40억 원을 투입, 경기 수원시·용인시 등 9개 지역에 약 12,000여명(지역당 약 1,500명)에 대해 IT 기술을 이용하여 소방서와 연계하고 24시간 365일 안전 확인 및 응급 발생 시 구조 구급이 가능한 독거노인 응급안전 돌보미 시스템 구축하여 가정의 화재발생 및 가스누출을 감시하고 활동량을 관리하여 응급상황 발생 시 소방서와 연계한 긴급구조 서비스 제공, 주거환경, 거동불편 정도 등에 따라 맞춤형 안전관리 서비스를 제공하는 등 다양한 서비스 기능을 가지고 있다.

### 2.5 고령화 인구, 가구 구성원 및 주택 변화추이

본 연구와 밀접한 관련이 있는 사회적 중요 요인으로 볼 수 있는 고령화 인구 증가추이, 가구원 구성원 변화추이, 주택의 유형 변화추이에 대한 통계자료를 살펴보면 다음과 같다.

#### 2.5.1 고령화 및 독거노인 인구

2010년 통계청 자료에 의하면 65세 이상 고령인구가 전체인구의 11%를 차지하고 있으며 고령인구 구성비 추이를 보면 2060년에는 40%까지 점유할 것으로 예측하고 있다. 이중 독거노인의 비율은 Table 2.에서 제시된 바와 같이 전체노인 중 독거노인의 비율이 2010년에 19%를 차지하고 있음을 볼 수 있다(National Statistics Office 2010).

그러나 향후에는 압축적 고령화, 핵가족화, 부양의식 가치관 변화, 의료기술 발달에 의한 장수명 등을 고려할 때 고령화추이 비율 보다 독거노인 비율 증가율이 더 높을 수 있다고 판단된다.

Table 2. Ratio of Elderly living alone in Korea (Unit : 1,000)

	2000	2005	2010	2020
Number of elderly people	3,395	4,383	5,357	7,701
Number of elderly living alone	552	783	1,021	1,512
Ratio	16%	17.8%	19%	19.6%

※ Source : National Statistics Office, 2010

### 2.5.2 가구원 구성

2010년 통계청 자료에 의하면 총 가구 수는 1,734만 가구로 2005년 1,588만 가구에 비해 9.1% 증가 했으며 그 중 1인 가구 414만(23.9%), 2인 가구 420만(24.3%), 3인 가구 370만(21.3%), 4인 가구 390만(22.5%), 5인 이상 가구가 140만(8.1%)으로 나타나 있으나, 연도별 가구원 수 변화 추이를 보면 2인 이상 가구가 지속적으로 감소하여 2035년에는 1인가구의 비중이 34.3%까지 증가하여 제일 높은 비중을 차지할 것으로 예측된다. 이렇게 1인 가구가 지속적으로 증가하는 이유는 개인생활 향유 등 자발적인 경우로 인한 요인도 있겠으나 저출산, 고령화 요인뿐만 아니라 독거노인 증가 요인이 1인 가구 증가 비중에 상당한 영향을 미친다고 볼 수 있다(National Statistics Office 2010).

### 2.5.3 주택

2010년 인구주택 총 조사 자료와 관련하여 연도별 아파트 거주가구 비율은 꾸준히 증가하여 1990년에 22.7%에서 2010년에 59.0%까지 급증하였으며, 상대적으로 단독주택은 지속적으로 급감하는 추세이다. 또한, 공동주택의 일종인 연립/다세대 주택은 미미한 증가세를 보이고 있어 향후에도 아파트 거주자가 지속적으로 증가할 것으로 보여 진다(National Statistics Office 2010).

따라서 원격검침 시스템이 적용된 주택 또한 지속적으로 증가할 것이므로 본 연구에서 제시하게 될 독거노인 안전 확인 모니터링 시스템 구현방안이 잘 정착될 필요가 있다.

### 2.6 원격검침 시스템 개요 및 구성도

원격검침시스템(Automatic Meter Reading: AMR)이란 가정에서 사용하고 있는 다양한 에너지 사용량을 검침원이 방문 세대에 설치된 계량기를 보고 검침하는 것이 아니라 계량기와 중계기 등 네트워크 전송장치 시스템에 의거 메인서버에서 사용량을 확인 고지하는 시스템으로서 난방방식에 따라 검침 대상 에너지원이 다르게 구성된다.

지역난방인 경우 검침대상 에너지원이 전기, 가스, 수도, 급탕, 열량(난방) 등 5종이며 개별난방의 경우에는 전기, 가스, 수도 3종으로 되어 있다. 검침 시스템에서 가장 중요한 것은 데이터의 정확한 계측과 전송의 신뢰성에 있으며 시스템 관련 용어의 정의는 아래와 같다.

전자식 계량기는 전기, 가스 등 사용량을 측정하여 측정된 값을 디지털로 표시하고 전송하는 장치를 뜻하며, 세대 전송장치는 각 계량기(전기, 가스, 수도, 온수, 난방)의 모든 데이터 값을 디지털 또는 펄스 신호로 받아 적산하고 원격자동검침서버에 데이터를 전송하는 장치를 뜻한다. 전용선 통신은 세대전송장치에서 원격자동검침서버까지 전용선의 통신매체를 이용한 데이터 통신을 의미한다. 자동검침

서버는 관리소 등에 설치되어 각 세대별 계량기의 사용량을 원격자동검침하고 보고서 출력, 고지서 발급 및 검침데이터 전송 등을 수행할 수 있는 메인 원격검침 컴퓨터와 관련 소프트웨어를 뜻하며, 중계기는 세대내 원격검침기와 데이터 백업 장치 및 검침서버와의 네트워크 중계 장치이고, 전송 장치는 중계 장치로부터 계량 Data를 수집하여 보관 관리, 중앙관제장치로 검침 Data 전송하는 기기를 이른다.

원격검침시스템은 세대에 설치되어 있는 전기, 수도, 가스 등 각종 계량기에서 검침된 데이터를 중계 장치를 거쳐 서버에 저장시키는 것으로 Fig. 1과 같다.

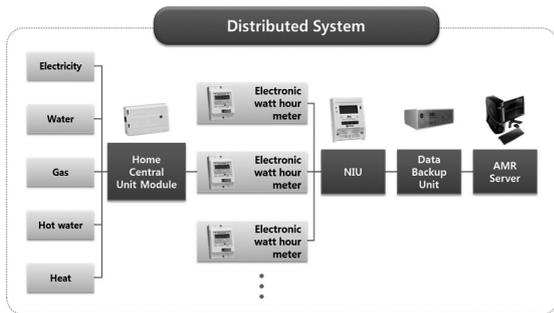


Fig. 1. System Architecture of AMR

### 3. 원격검침 에너지사용량 분석

#### 3.1 분석표본 및 개요

본 연구를 위한 에너지 사용 정보 분석대상은 의왕포 일 659호 세대(독거노인세대 45호 포함)가 2012.1.4 ~ 2012.12.31 까지 1년간 사용한 전기, 가스, 수도, 온수, 난방 5종의 120만(659세대x365일x5종)셀 데이터를 대상으로 분석하였으며 일반세대와 독거노인세대간의 월/일 평균사용량을 비교하고, 독거노인의 주중/주말 사용패턴 등을 분석하여 독거노인 안전 확인을 위한 최적의 에너지원을 도출 하고자 한다.

주택 규모는 전용면적기준 26m<sup>2</sup>(12평), 36m<sup>2</sup>(16평), 46m<sup>2</sup>(20평), 55m<sup>2</sup>(23평)로 소형 주택 4가지 타입으로 구성되어 있고 건물배치 형태는 절곡형 3동 일자형 4동 모두 7동으로 12층에서 15층으로 구성되어 있으며, 전용면적별 세대수와 입주자가 거주하는 단위세대 평면은 Table 3과 같다.

Table 3. Floor plan of unit area type

26m <sup>2</sup> (12py.)	36m <sup>2</sup> (16py.)	46m <sup>2</sup> (20py.)	55m <sup>2</sup> (23py.)
118 family	238 family	191 family	112 family
corridor type	corridor type	corridor type	stairs type

#### 3.2 일반세대 에너지 사용량 분석

614세대가 1년간 사용한 전기, 가스, 수도, 온수, 열량 5종 에너지원별 사용량을 분석한 결과 전기에너지는 일평균 최저 6.18kwh 최고 7.19kwh로 평균 6.57kwh 값의 10% 이내로 계절적 사용량 차이가 미미하고, 가스에너지 또한 최고·최저 0.13~0.16m<sup>3</sup>으로 연간 계절적 변화량이 적은 것으로 나타났다.

그러나 수도 에너지는 최고·최저 0.23~0.4m<sup>3</sup>로 겨울철에 비해 여름에 약 2배 사용하는 것으로 나타났으며, 온수에너지와 열량(난방) 에너지는 계절성이 강한 에너지이지만 온수에너지는 계절에 따라 조금 차이가 있으나 꾸준하게 사용한 것으로 나타났고 열량에너지의 경우 여름철 사용량이 거의 없는 것으로 나타났다. 상세한 값은 Table 4와 같다.

Table 4. Average daily/monthly energy consumption of common family

	Electricity [kwh]		Gas [m <sup>3</sup> ]		Water [m <sup>3</sup> ]		Hot water [m <sup>3</sup> ]		Heat [m <sup>3</sup> ]	
	Month	Day	Month	Day	Month	Day	Month	Day	Month	Day
Jan.	177.71	6.35	4.43	0.16	6.63	0.24	5.32	0.19	42.12	1.50
Feb.	184.16	6.35	4.32	0.15	6.76	0.23	5.60	0.19	40.67	1.40
Mar.	195.90	6.32	4.41	0.14	7.48	0.24	5.85	0.19	32.98	1.06
Apr.	188.94	6.30	4.12	0.14	8.16	0.27	5.35	0.18	16.44	0.55
May.	191.52	6.18	3.99	0.13	9.27	0.30	4.82	0.16	2.38	0.08
Jun.	195.15	6.50	3.95	0.13	10.53	0.35	3.92	0.13	0.19	0.01
Jul.	222.55	7.18	4.38	0.14	12.11	0.39	3.79	0.12	1.03	0.03
Aug.	245.35	7.91	4.26	0.14	12.51	0.40	2.80	0.09	0.18	0.01
Sep.	190.11	6.34	4.64	0.15	10.13	0.34	3.82	0.13	2.23	0.07
Oct.	195.99	6.32	4.54	0.15	9.00	0.29	4.69	0.15	11.83	0.38
Nov.	189.83	6.55	4.36	0.15	8.18	0.28	5.06	0.17	30.19	1.04
Dec.	205.72	6.64	4.50	0.15	7.30	0.24	5.99	0.19	45.97	1.48
Sum Total	2,382.9	78.9	51.9	1.7	108.0	3.57	57.0	1.90	226.2	7.62
Avg.	198.58	6.57	4.32	0.14	9.0	0.30	4.75	0.16	18.85	0.64

#### 3.3 독거노인 세대 에너지 사용량 분석

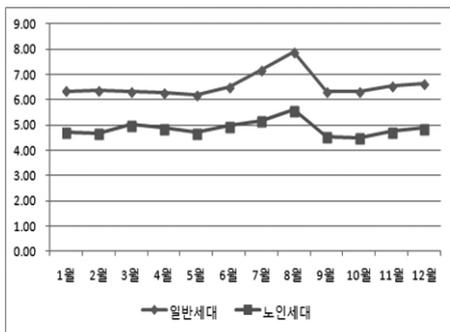
독거노인 45세대가 1년간 사용한 에너지원별 사용량을 분석한 결과 일반세대와 월별 계절적 특성은 Fig. 2의 월평균 사용량 그래프를 보면 비슷한 곡선을 나타내고 있어 에너지 소비생활 패턴은 유사한 것을 볼 수 있으나 사용량은 일반세대에 비해 사용량이 적은 것으로 나타났다.

전기에너지 일평균 사용량의 경우 최저 4.50kwh 최고 5.61kwh로 평균 4.87kwh이며 가스에너지의 경우는 최고·최저 0.11~0.14m<sup>3</sup>으로 연간 계절적 변화량이 적은 것으로 나타났다.

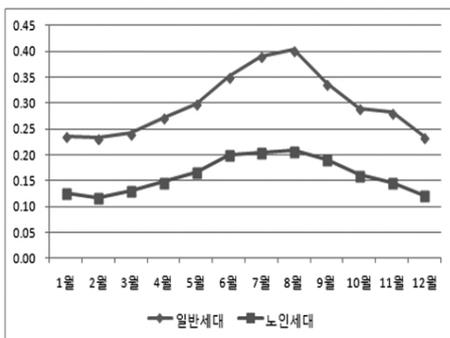
그러나 수도에너지는 최고·최저 0.12~0.21m<sup>3</sup>로 겨울철에 비해 여름에 약 2배 사용하는 것으로 나타나고 온수에너지의 경우는 0.03~0.08m<sup>3</sup>로 매월 사용하고 있으나 6~9월 동안은 평균값 이하로 나타나고 열량에너지의 경우 6~8월까지 사용하지 않은 것으로 나타났다(Table 5).

Table 5. Average daily/monthly energy consumption by elderly living alone

	Electricity [kwh]		Gas [m <sup>3</sup> ]		Water [m <sup>3</sup> ]		Hot water [m <sup>3</sup> ]		Heat [m <sup>3</sup> ]	
	Month	Day	Month	Day	Month	Day	Month	Day	Month	Day
Jan.	132.37	4.73	3.61	0.13	3.52	0.13	2.23	0.08	28.9	1.03
Feb.	135.54	4.67	3.84	0.13	3.39	0.12	2.29	0.08	25.3	0.87
Mar.	155.24	5.01	3.95	0.13	4.03	0.13	2.41	0.08	19.3	0.62
Apr.	146.33	4.88	3.50	0.12	4.42	0.15	2.19	0.07	9.54	0.32
May.	145.63	4.70	3.42	0.11	5.14	0.17	1.86	0.06	1.77	0.06
Jun.	148.99	4.97	3.60	0.12	6.02	0.20	1.51	0.05	0.12	0.00
Jul.	160.57	5.18	3.78	0.12	6.36	0.21	1.33	0.04	0.09	0.00
Aug.	173.87	5.61	3.59	0.12	6.44	0.21	0.99	0.03	0.00	0.00
Sep.	136.44	4.55	3.80	0.13	5.73	0.19	1.40	0.05	1.12	0.04
Oct.	139.47	4.50	4.20	0.14	4.98	0.16	1.74	0.06	5.74	0.19
Nov.	137.33	4.74	3.50	0.12	4.23	0.15	1.98	0.07	16.22	0.56
Dec.	151.56	4.89	3.65	0.12	3.77	0.12	2.58	0.08	31.21	1.01
Total	1,763.3	58.4	44.4	1.47	58.0	1.92	22.5	0.75	139.4	4.70
Avg.	146.95	4.87	3.70	0.12	4.84	0.16	1.88	0.06	11.62	0.39

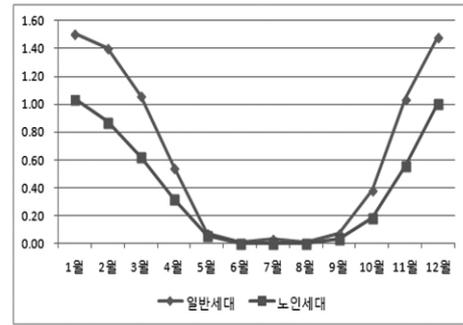


a) Electricity

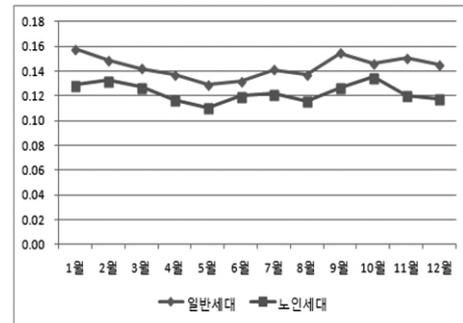


b) Water

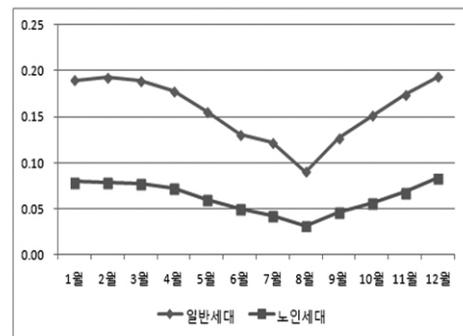
Fig. 2. Average monthly energy consumption used by common family/elderly people living alone(continued)



a) Heat



b) Gas



c) Hot water

Fig. 2. Average monthly energy consumption used by common family/elderly people living alone(continued)

### 3.4 일반/독거노인 세대 일 평균 사용량 비교

전기 등 5종 에너지원의 일평균 사용량을 비교한 결과 Table 6과 같으며 독거노인 세대의 사용량이 일반세대에 비해 가스 85%, 전기 74%, 열량 61%, 수도 53%, 온수 38% 수준 인 것으로 나타났다.

일반세대의 사용량이 많은 것은 세대 구성원수가 많음에 기인한 것으로 판단된다. 분석 대상 단지의 각 세대에 대한 정확한 구성원수를 알 수 없으나 2010년 통계청 자료에

의하면 평균가구원 수가 2.67명으로 나타나 있다(National Statistics Office(2010)).

사용량 중 가스와 전기 에너지원이 상대적으로 높은 것은 취사, 냉장고, 조명은 가구원 수 구성에 미치는 영향이 적은 것으로 볼 수 있으며 수도와 온수에너지는 구성원 수에 따라 사용량이 비례하는 특징을 가지고 있는 것을 알 수 있다.

월별 사용량 패턴은 두 집단 간 차이를 나타내고 있으나 Fig. 2.를 보면 비슷한 형태의 그래프를 보여주고 수 있다. 그러나 열량(난방) 에너지원은 5~9월에는 거의 사용하지 않았고 겨울철에는 외출 시에도 난방이 가동됨에 따라 상시 모니터링이 필요한 안전 확인 모니터링 에너지원으로는 부적합한 것으로 판단된다.

Table 6. Comparison of average daily energy consumptions by common family/elderly living alone

	Electricity [kwh]	Gas [m <sup>3</sup> ]	Water [m <sup>3</sup> ]	Hot water [m <sup>3</sup> ]	Heat [m <sup>3</sup> ]
Common family	6.57	0.14	0.30	0.16	0.64
Elderly living alone	4.87	0.12	0.16	0.06	0.39

### 3.5 독거노인세대 주중/주말 및 남/녀 사용량 분석

본 연구를 위한 에너지 사용량 분석단지에 거주하는 독거노인을 대상으로 주중/주말 사용량, 남/여 사용량의 차이를 분석하고자 하였다. 의왕포일 단지의 경우 독거세대 수가 45세대이고 남녀 구성 비율이 8명/37명이기 때문에 남/녀 사용량 분석에는 한계가 있다고 판단하였다. 따라서 인접 시에 있고 입주시점과 단위주택규모가 비슷하지만 독거노인이 2배 이상 거주하고 있는 수원 호매실 8단지 거주자를 대상으로 주중/주말 그리고 남/녀 사용량 차이를 분석하였다.

사용량 분석기준은 연구대상단지와 동일하게 2012.1~2012.12월 이며 호매실 8단지의 규모는 독거노인세대 95세대를 포함 1,270세대로 구성되어 있다. 독거노인 남녀 구성 비율은 29명/66명으로 남/녀 차이를 분석하는데 보다 적합하다고 판단하였다.

Table 7의 주중/주말 평균 사용량을 보면 전기, 가스, 수도, 온수 사용량의 경우 미미한 차이지만 남녀 모두 주말 사용량이 조금 더 많고 열량의 경우는 주중 사용량이 조금 더 많이 사용하는 것으로 나타났다. 또한 남녀 사용량 차이의 경우 전기, 온수, 열량은 남자가 더 많이 사용하고 가스, 수도의 경우 여자가 더 많이 사용하는 것으로 나타났다.

Table 7. Average daily/monthly and weekly/weekend energy consumption of energy by Male/Female Elderly living alone

		Electricity [kwh]		Gas [m <sup>3</sup> ]		Water [m <sup>3</sup> ]		Hot water [m <sup>3</sup> ]		Heat [m <sup>3</sup> ]	
		Month	Day	Month	Day	Month	Day	Month	Day	Month	Day
Male	Week	162.4	5.33	2.82	0.09	4.20	0.14	1.60	0.05	10.1	0.33
	Weekend	164.5	5.39	2.99	0.10	4.33	0.14	1.86	0.06	9.49	0.31
	Total	326.9	10.7	5.81	0.19	8.53	0.28	3.46	0.11	19.6	0.64
Female	Week	151.1	4.96	3.55	0.12	4.32	0.14	1.40	0.05	7.01	0.23
	Weekend	157.9	5.18	4.12	0.14	4.98	0.16	1.62	0.05	6.85	0.23
	Total	309.1	10.1	7.67	0.26	9.30	0.30	3.02	0.10	13.8	0.46

### 3.6 에너지원별 1일 미사용일 빈도

5종의 에너지 중 세대 거주와 무관하게 상시 사용되는 전기 에너지와 계절에 따라 사용되는 특성을 가진 열량에너지 등 2종을 제외하고 연중 계량이 가능한 가스, 수도, 온수 3종 에너지를 안전 확인 모니터링 가능 에너지로 설정하여 일반세대와 독거노인 세대의 1일 주기 월평균 미사용일 빈도를 분석하였다.

Table 8에서 가스는 월 6.29회/5.42회, 수도는 월 2.04회/1.91회로 가스, 수도 모두 일반가구의 미사용율이 높은 것으로 나타났다. 온수는 월 2.43회/5.81회로 독거노인세대가 일반세대 보다 2배 수준의 미사용일 발생빈도를 나타내고 있어 독거노인세대가 온수를 적게 사용하는 것을 알 수 있었다.

에너지원 중 미 사용일 발생빈도가 제일 낮게 나타난 것은 수도에너지로서 결국 일상생활에서 물을 가장 빈번하게 사용함을 알 수 있었다.

Fig. 3은 월평균 미사용일 빈도 그래프로써 일반세대의 경우 가스, 수도, 온수 모두 월별 변화 추이 곡선이 완만한 형태를 나타내고 있으나 독거노인세대의 경우 월별 편차가 다소 크게 나타내고 있다.

### 3.7 에너지원별 조합을 통한 1일 미사용일 빈도

에너지원 중 미사용일 빈도가 가장 낮은 수도를 기본으로 가스와 온수에 대해 AND 조건으로 조합하여 분석하였다. AND 조건이란 수도, 가스, 온수 3종 에너지 사용량 모두가 계량되지 않을 조건일 경우에 이상 징후로 인식하고 관리자에게 경보를 발생하는 것을 말하며, AND 조건으로 조합한 이유는 상호 독립적인 계량조건을 가지고 있어 신뢰성에 문제가 없고 오히려 이상 징후 발생빈도를 최소화할 수 있어 시스템 관리자의 업무 부담을 완화할 수 있는 장점이 있기 때문이다.

Table 9를 보면 독거노인세대의 경우 수도와 가스를 조

합한 미사용일의 경우 1.76회/월, 일반세대 1.42회/월 보다 24% 높은 것으로 나타났고, 수도, 가스, 온수 3종을 조합한 미사용일의 경우 1.73회/월, 일반세대 1.34회/월과 비교할 경우 29% 높은 것으로 나타났다.

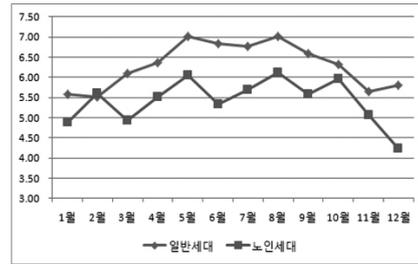
Table 8. Frequency of day unused energy by common family/elderly living alone

	Gas		Water		Hot water	
	normal family	elderly living alone	common family	elderly people living alone	common family	elderly living alone
Jan.	5.58	4.89	2.33	2.27	2.36	3.67
Feb.	5.52	5.60	2.13	2.91	2.14	4.44
Mar.	6.09	4.93	2.29	1.64	2.21	4.24
Apr.	6.36	5.51	2.22	1.51	2.19	4.07
May.	7.01	6.04	2.26	1.58	2.47	5.33
Jun.	6.85	5.33	2.03	1.02	2.53	5.78
Jul.	6.77	5.69	1.93	1.73	2.88	7.56
Aug.	7.01	6.11	1.93	2.18	3.66	10.18
Sep.	6.59	5.58	1.91	2.20	2.72	8.40
Oct.	6.33	5.96	2.03	2.47	2.35	7.09
Nov.	5.64	5.07	1.64	2.04	1.77	4.76
Dec.	5.81	4.24	1.85	1.42	1.97	4.27
Sum Total	75.56	64.95	24.55	22.97	29.25	69.79
average	6.29	5.41	2.04	1.91	2.43	5.81

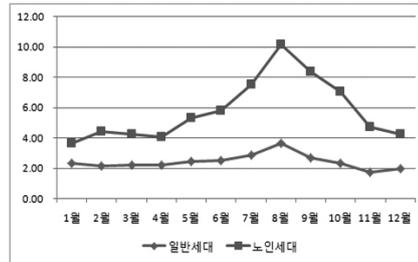
### 3.8 안전 확인 모니터링 최적 에너지원 선정

가스, 수도, 온수 3종의 에너지원은 하루 사용량이 0.01[m<sup>3</sup>], 즉 10L 이상 사용할 경우 모두 각각 계측할 수 있기 때문에, 안전 확인 모니터링 에너지원으로 선정하였다. Table 8에서 독거노인 1일 주기 미사용일로 인한 이상 징후 발생빈도를 보면 수도가 1.91회, 가스가 5.41회, 온수가 5.81회로 나타났는데 수도 에너지에 대한 빈도가 가장 낮게 나타난 것은 세면기, 변기, 샤워기, 싱크대 등 물의 사용 장소와 빈도가 높기 때문인 것으로 판단된다.

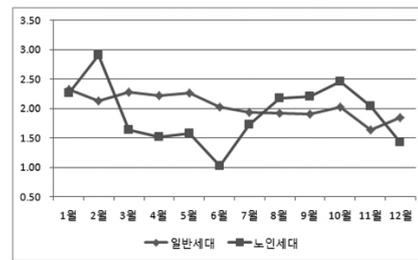
또한, 물은 변기 1회 사용 시 6L~8L가 소비됨에 따라 댁에 사람이 거주할 경우 매일 사용량이 계측될 수 있어 모니터링 에너지원으로 가장 신뢰성이 높다. 그러나 수도 가스를 조합할 경우 1.76회, 가스, 수도, 온수를 조합할 경우 1.73회로 수도 단독 에너지원에 비해 3종 조합 시 이상 경보 발생빈도가 10% 이상 줄일 수 있는 효과가 있음을 알 수 있었다. 따라서 기존의 관리소 근무 인력으로 본 시스템을 운영할 수 있도록 이상 징후 발생빈도가 가장 낮은 수도, 가스, 온수의 AND 조건 조합이 최적의 에너지원 인 것으로 도출되었다.



a) Gas



b) Hot water



c) Water

Fig. 3. Frequency of monthly day unused energy by common family/elderly living alone

Table 9. Frequency of day unused energy by common family/elderly living alone and energy combination

	Water and Gas		Water and Gas and Hot Water	
	common family	elderly people living alone	common family	elderly people living alone
Jan.	1.70	2.00	1.59	1.93
Feb.	1.45	2.73	1.36	2.62
Mar.	1.51	1.47	1.42	1.40
Apr.	1.44	1.29	1.37	1.27
May.	1.61	1.42	1.51	1.42
Jun.	1.48	0.91	1.39	0.91
Jul.	1.40	1.56	1.33	1.56
Aug.	1.45	2.09	1.40	2.09
Sep.	1.31	2.09	1.24	2.07
Oct.	1.38	2.27	1.30	2.27
Nov.	1.11	1.96	1.03	1.96
Dec.	1.28	1.33	1.21	1.33
Total	17.12	21.12	16.15	20.83
Avg.	1.42	1.76	1.34	1.73

## 4. 독거노인 안전 확인 모니터링시스템 구현

### 4.1 안전 확인 시스템 구성도

안전확인 시스템 구성요소는 Fig. 4와 같다. 각종 계량기에서 매시간 마다 원격검침서버로 전송되는 5종의 에너지 사용량 정보를 대상으로 에너지관리서버가 전일 사용량과 금일 사용량을 비교하여 설정조건에 부합될 경우 관리자에게 자동으로 이상 경보를 발하도록 되어 있다, 이상 경보가 발생하면 관리자가 1차로 세대 비디오폰을 호출하고 응답이 없을 경우 Table 11의 단계별 안전확인 절차에 따라 대응 조치토록 하였다.

또한 정보 분석단계에서 비디오폰 서버와 연계할 경우 입주자가 세대 비디오폰에 있는 외출버튼을 누르고 외출할 경우 에너지관리 서버가 이를 인지하고 사용량이 없어도 이상 징후로 경보를 발하지 않도록 하여 경보발생 빈도를 최소화 할 수 있도록 구성하였으나 본 연구에서는 입주자 동의 등 사전에 조치를 할 수 있는 여건이 마련되지 않아 실증에 포함하지 않았다.

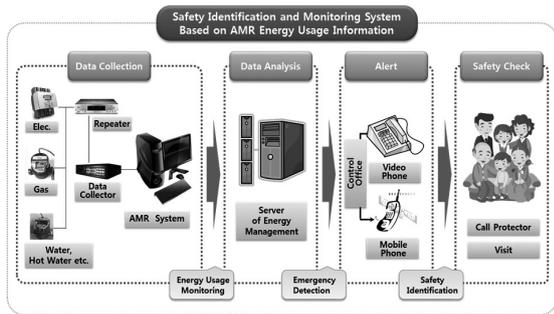


Fig. 4. Safety identification monitoring system using AMR

### 4.2 프로토타입 S/W 개발 및 실증

독거노인이 세대에 거주하는 동안 24시간 에너지 사용량이 없을 경우 이상 징후로 판단 모니터링 할 수 있는 프로토타입 소프트웨어를 C# 언어를 이용하여 개발하였다. 실증은 본 연구의 에너지 사용량 분석 단지를 대상으로 하였으며 개발된 소프트웨어에는 독거노인세대 등록 및 조회기능(Fig. 5)과 이상 경보 발생기록 조회기능(Fig. 6), 경보에너지 요소 및 주기 설정 기능 등이 있다.

프로토타입 소프트웨어에서 가스, 수도, 온수 3종 모두 사용하지 않는 경우에만 경보를 발하는 조건으로 설정 후 1일 동안 사용량이 없는 발생빈도 실증한 결과 Table 10의 2012년의 에너지 사용량 분석 값과 유사한 것으로 나타났다. 근사한 차이는 거주자의 장기간 병원입원, 주야 근무를 하는 경비원 생활, 자녀집 장기간 방문 등 생활패턴에 의한 것으로 분석되었다.



Fig. 5. Registration of elderly living alone unit

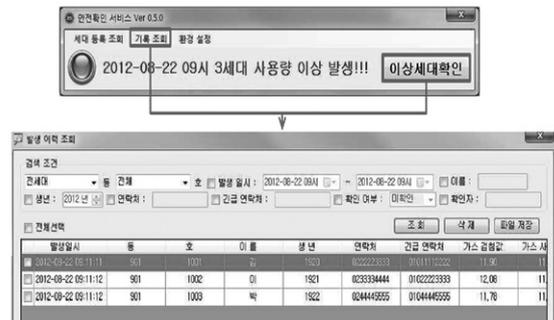


Fig. 6. Alert Message

Table 10. Alert Frequency by combination of gas, water, and hot water

	Analysis Data (2012)		Proof Data (2013)	
	Sum Total	Average	Sum Total	Average
March	63	1.40	51	1.13
April	57	1.27	50	1.11
Avg.	-	1.33	-	1.12

### 4.3 단계별 안전 확인 모니터링 대응 프로세스

모니터링은 수도, 가스, 온수 1일 누적 사용량이 전일과 비교하여 제로 또는 설정 값 조건에 부합될 경우 관리업무 담당자의 컴퓨터를 통해 이상 경보를 발생시키며 이때 관리소에서 조치해야 할 단계별 대응 절차 제시안은 Table 11과 같다.

Table 11. Safety identification monitoring process

		Contents
Data Analysis		· Alert event when unused energy usage for a day is monitored.
Alert		· Presentation of Building and unit number as well as alert message
Safety Identification Steps	Step 1	· Call through video-phone of the unit or cell phone of the elderly living alone
	Step 2	· Text messaging and calling to preregistered family or guardian for the elderly living alone
	Step 3	· Unit visit/inspection under the guardian's approval

## 5. 결론

원격검침 에너지 사용량 정보를 기반으로 한 독거노인 안전 확인 모니터링 시스템 구현을 위해 의왕포일단지를 대상으로 2012.1부터 2012.12월 까지 1년간 사용한 전기, 가스, 수도, 온수, 열량 에너지원에 대해 일반세대 및 독거노인세대의 에너지 사용량을 분석하여 모니터링에 적합한 에너지원을 도출하고 안전확인모니터링 프로토타입 소프트웨어 실증을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

하나, 독거노인의 에너지 사용량이 일반세대에 비해 전기 74%, 가스 85%, 수도 53%, 온수 38%, 열량 61% 수준으로 사용한 것으로 나타났다.

둘, 1일 에너지 사용량 유·무를 판단하기 위해서는 계량기의 검측단위가 소수점 2자리(0.01m<sup>3</sup>) 즉, 10L 사용량을 검측할 수 있는 기기를 사용해야 한다.

셋, 안전 확인 모니터링 에너지원으로 적합한 에너지는 가스, 수도, 온수 3종이며 단독 에너지원으로는 일상생활 중 사용이 가장 빈번할 것으로 보이는 수도가 신뢰성이 가장 높은 것으로 나타났다. 하지만, 본 연구에서는 안전확인을 위한 최적 에너지원으로는 3종 에너지를 AND 논리로 조합하는 경우를 제안하였다. 즉 세대에 거주하면서 가스, 수도, 온수 에너지를 하루 동안 아무것도 사용하지 않은 것으로 계량될 경우 이상 징후로 판단하는 것이다.

넷, 실증결과 이상 징후 경보발생 빈도가 세대당 월 1회 수준이고 외출기능을 설정할 경우 발생빈도가 더 미미해질 것이므로 예측되며 아파트 관리 인력으로 본 시스템 운영이 충분히 가능하다고 판단된다.

따라서 본 연구에서 제시한 에너지사용량을 기반으로 한 안전확인 모니터링 시스템을 구현할 경우 기존 시설물과 관리인력을 활용함에 따라 저비용 구조로 365일 모니터링은 물론 고독사 조기발견 또는 유사상황에 유용하게 활용할 수 있는 바 유비쿼터스 노약자 안전생활 모니터링 서비스로 발전될 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구에서는 분석대상으로 지역난방 아파트에 국한하여 수행하였다. 지역난방 아파트와 달리 개별난방 아파트는

전기, 수도, 가스 3종의 계량기가 설치되어 있고 가스 에너지원은 취사, 온수, 열량에 함께 사용되고 수도에너지 또한 온수와 열량 사용량에 따라 변동되는 특성을 가지고 있어 본 연구 방식과 다른 분석방법이 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 U-City 석·박사과정 지원 사업으로 지원되었습니다.

## References

- Ahn, B., Yoon, J., and Kim, J. (2008). "Suggesting A Concept of 3D Spatial Event Information Control System for Visitor Flow Control in Multi Complex Building", Korean Journal of Construction Engineering and Management, KICEM, 9(2), pp. 125-135.
- Chosun Ilbo (2013). "His family and neighbor didn't know his death for 6 years.", <<http://www.chosun.com>>, (Nov. 08, 2013).
- DongA Ilbo (2013). "Found his lonely death only in one month in Jeonju" <<http://news.donga.com>>, (Nov. 08, 2013).
- Hong, T., Park, S., Koo, C., Kim, H., and Kim, C. (2011). "Model for Gas-Energy Consumption using Ontology-based Breakdown Structure of Multi-Family Housing Complex", Korean Journal of Construction Engineering and Management, KICEM, 12(6), pp. 110-119.
- Jang, I. H., and Sim, K. B. (2007). "Ring-type Heart Rate Sensor and Monitoring system for Sensor Network Application", Journal of The Korean Institute of Intelligent Systems, 17(5), pp. 619-625.
- Jeong, S. M., Jeong, J. Y., Choi, K. Y., Kang, T. G., and Ju, S. H. (2008). "Development of Solitude Old people Support System using AMR Data", Proceedings of IEEK Annual Conference, pp. 1055-1056.
- Joong-Ang Ilbo (2013). "State of lonely deaths, Son who live 3th floor didn't know his parents who live 1st floor for a month", <<http://article.joins.com>>, (Nov. 08, 2013).
- Jung, K. K., Lee, Y. G., and Kim, Y. J. (2009). "Design and Implementation of Wireless RFID Assistant System for Activity Monitoring of Elderly

- Living Alone” , The Institute of Electronics Engineers of Korea - IE, 46(3), pp. 149-150.
- Kim, D. H. (2012). “There was no one on his deathbed” , <<http://www.hani.co.kr>>, (Dec. 06, 2013).
- Kim, H., Chin, S., and Cha, Y. (2013). “A Study on an implementation method of monitoring system that identifies the safety of old people living alone based on AMR energy use information” , Proceedings of Korean Institute of Construction Engineering and Management, KICEM, 13, pp. 277-278.
- Korea Land & Housing Corporation (2012). LH Guide specifications, 65540(1)-65540(11).
- Lee, H. J., Kang, S. J., Jang, H. G., Jung, C. W., and Ju, S. J. (2011). “Implementation of u-Care System Based on Multi-Sensor in u-Home Environment” , Journal of Korean Society for Internet Information, 12(2), pp. 135-137.
- Lee, K. W., and Shin, S. H. (2009). “Development of a Care System for Older People Living Alone Using the RFID Technologies and the Living Informations” , Journal of the Korea safety management & science, 11(3), pp. 73-78.
- Lee, J. J. (2008). “Safety identification system using electricity usage monitoring” , Journal of Electrical world Monthly magazine, 381, pp. 30-34.
- Lee, J. J. (2012). “Safety identification system of elderly living alone using Smart Grid power lines” , LHI Archives, 2012(8), pp. 24-33.
- Lee, M. G., Park, Y. G., Jung, K. K., and Yoo, J. J. (2010). “Design and Implementation of u-Service for Elders Living Alone in Smart House” , Proceedings of IEEK Annual Conference, pp. 546-547.
- Ministry of Health & Welfare (2010). “Security check Region 2 times larger for elderly living alone” , <<http://www.mw.go.kr>>, (Dec. 06, 2013).
- Ministry of Health & Welfare (2011). “Private and public prevent lonely death of elderly living alone” , <<http://www.mw.go.kr>>, (Dec. 06, 2013).
- Ministry of Health & Welfare (2012). “2011 Senior Survey” , <<http://www.mw.go.kr>>, (Dec. 06, 2013).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2009). “Ubiquitous City Construction Project Work processing instructions” (Dec. 06, 2013).
- National statistics Office (2010). “2010 Korea Census“, Korean Statistical Information Service, <<http://www.kostat.go.kr>>, (Dec. 06, 2013).
- National Waterworks Information System (2011). “Statistics of Waterworks Information“, <[www.waternow.go.kr](http://www.waternow.go.kr)>, (Dec. 06, 2013).
- Oh, S. H. (2011). “One million people who elderly living alone. ‘Poverty · Avoiding’ Warning of lonely deaths” , <<http://www.kbs.co.kr>>, (Dec. 06, 2013).
- Park, H. J. (2010). “Implementation of the Living Alone Elderly People Protection System using Ubiquitous Sensor Networks” , Journal of the Korea Industrial Information System Society, 15(2), pp. 41-48.
- Postec (2013). “Diagram of Safety identification monitoring system using AMR” <<http://www.pstec.co.kr>>, (Dec. 06, 2013).
- Yeo, S. J. (2012). “No one knows ‘lonely deaths’ ” , <<http://www.imbc.com>>, (Dec. 06, 2013).

---

**요약 :** 한국은 매우 빠르게 고령화가 진행되고 있고 2010년 독거노인이 100만 여명으로 전체노인의 19%를 점유하고 지속 증가 추세에 있어 독거노인 케어를 위한 다양한 정책과 연구들이 진행되고 있으나 고비용구조의 시스템 설치, 몸에 기기 부착에 따른 생활불편, 감시카메라에 의한 사생활노출, 소방서 출동, 시스템 유지관리 등 다양한 문제점을 안고 있어 보편적 실현에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 대부분의 공동주택에 기본 인프라로 설치되고 있는 원격검침시스템 에너지 사용량 정보를 기반으로 보편적 독거노인 안전확인 모니터링 시스템을 구축하기 위한 요인과 방법론을 도출하고 이를 기반으로 한 서비스 구현방안을 제시하는 것이 목적이다. 본 연구에서 제시한 단계별 프로세스에 따라 대응할 경우 추가 시설 비용부담이 없고 사생활침해 등 문제점이 해소되고 또한 관리소 인력을 활용 365일 모니터링이 가능한 장점을 가지고 있어 독거노인의 안전확인 모니터링은 물론 고독사 조기발견에 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 또한 본 연구결과는 유비쿼터스 서비스 중 보건·의료·복지 단위서비스의 노약자 안전생활 모니터링 U-서비스로 정착될 수 있을 것으로 기대된다.

**키워드 :** 독거노인, 원격검침, 안전확인모니터링

---