

정책 이슈페이퍼 12-11

스마트 폰 앱을 활용한 스마트 전기절약 효과 분석

■ 조 성 진

목 차

- I. 연구배경 및 목적 / 1
- II. 조사 및 분석 결과 / 5
- III. 정책 제언 / 16
- IV. 기대 효과 / 21
- <참고자료> / 24

I. 연구배경 및 목적

1. 연구배경

- 전력 공급능력 부족으로 강제로 단전을 시행했던 9.15 정전사태는 전기소비에 대한 국민들의 보편적인 인식 패러다임을 바꾸어 '전기에너지 절약' 내지 '에너지 수요관리'에 대한 관심을 고조시킴
- 915 순환정전 발생 개요
 - 15일 오전 전력수요가 급증함에도 불구하고 공급능력 부족상황 발생. 이유는 하계 피크기간을 지나 많은 발전소가 계획예방정비에 들어감.
 - 공급 예비력이 24만kWh까지 저하되어, 전력당국은 대정전을 막기 위해 긴급부하조정(순환정전, Load Shedding) 실시.
 - 순환정전 오후 3시11분부터 오후 7시56분까지 4시간45분 동안 단행되었고, 정전부하는 400만8천kWh이며 정전가구는 약 753만호였음.
- 915 순환정전 발생원인 및 향후 개선방안
 - 전력당국의 발표에 의하면, 9·15정전의 원인은 수요예측 실패, 공급능력 판단 실패, 유관기관 공조 미흡, 대국민 홍보 지연으로 피해 확산 등 크게 4가지로 볼 수 있음.
- 중·단기 전력수급 불균형 해소를 위한 옵션은 그리 많지 않은 실정이며, 전력소비 절약이 가장 현실적인 대안임.
 - 전력당국의 전망에 의하면 1,145만kW 규모의 신규 공급설비가 확충되는 '14년까지는 전력수급에 어려움이 예상.

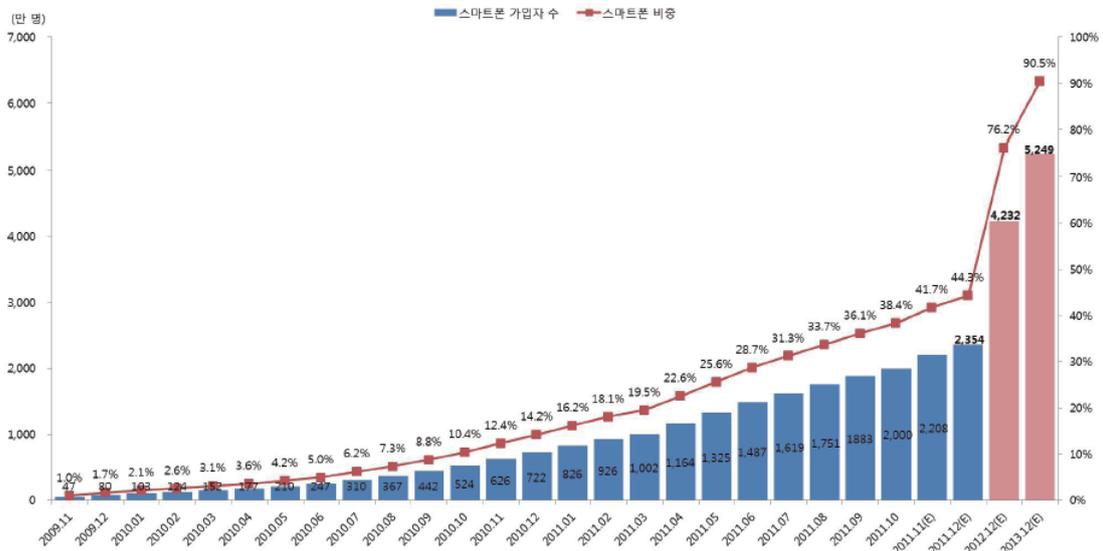
- 현실적인 대안은 전력소비자들의 전력소비 인식 제고 및 실질적인 소비행태 변화를 유도할 수 있는 다양한 수요관리 정책을 개발하고 제공해야 함.

□ 현재, 3천만 이상의 국민들이 필수품으로 휴대중인 스마트폰, 태블릿 PC 등 스마트기기는 전력소비 절감을 위한 비용 효과적 피드백 장치로서 가능성이 매우 높음

- 성공적인 가계전력절감을 이행하기 위해서는 다양한 형태의 에너지 절약 피드백 정책수단이 제공되어야 함.
 - 기존에는 에너지 절약 피드백 장치로서 교육책자, 홍보동영상, TV 광고 등의 수단이 제공되었음.
 - 그러나, 최근에는 정보통신기술의 발달로 웹기반(web-based) 혹은 앱기반(application-based) 피드백을 에너지 절약 혹은 수요관리(demand management)에 접목시키려는 실증연구가 활발히 진행 중.
- 국민 대다수가 사용하는 스마트폰 어플리케이션(이하, 앱(Apps))은 새로운 유형의 에너지 절약 피드백 수단으로서 역할을 수행할 수 있으며 전통적인 형태의 피드백 수단에 대한 대안이 될 수 있음.
 - 스마트폰 가입자 수 증가는 2011년 10월 28일에 2,000만 명을 넘어섰으며 2011년 12월말 기준으로 2,354만 명의 가입자 수를 기록함.
 - ROA 컨설팅의 스마트폰 대전망보고서¹⁾에 따르면 국내 스마트 폰 가입자 수는 지난 2년 동안 연평균 552%의 성장세를 보여 2013년 전체인구의 약 90%이상이 스마트폰을 사용하게 된다고 전망함.

1) ROA Consulting, (2011. 12). 2012 ROA 컨설팅 대전망보고서(I)

[그림 1-1] 스마트 폰 가입자 전망



자료: ROA Consulting

- GlobalData의 2011년 12월 보고서²⁾는 스마트폰이 대중화 되고 있는 현실을 감안할 때 스마트그리드의 핵심적인 장치중 하나인 In-Home Display(IHD)는 스마트폰 어플리케이션으로 대체될 가능성이 존재한다고 보고함.
- 미 에너지부(DOE)는 '11년 9월부터 'Green Button' 프로젝트를 통해 전력사용량 통계자료를 공개·공유하고 이를 Web-site 혹은 스마트폰 앱을 통해 누구나 쉽게 전력소비 정보를 제공받을 수 있는 사업을 추진 중에 있음.
- 'Green Button'은 건강정보기술(Health Information Technology)을 적용하여 개인의 의료정보를 ASCII text file형태로 국민, 병원, 의사, 연방정부기관 등에서 손쉽게 다운로드 받아 활용할 수 있는 'Blue Button'의 성공사례를 벤치마킹한 것임.

2) GlobalData(2011. 12), Smartphone Applications-A Major Threat to In-HomE Displays

2. 연구 목적

- 가계전력절감 피드백 수단으로서 스마트폰 앱(Apps)의 절전효과를 실증적으로 분석하는 작업이 필요함
 - 따라서 이 보고서의 목적은 가계전력수요 절감을 위한 피드백 수단으로서 스마트폰용 에너지 절약 앱(APPs)이 실제 가계전력절감에 어느 정도의 효과가 있는지에 대한 실증분석 시도.
 - 실증분석을 통해 먼저 앱기반(Application-based) 피드백 수단 자체의 가계 전력절감 효과를 도출함.
 - 병행해서 전통적인 피드백수단과의 절전효과에 대한 비교·분석을 통해 앱 기반 피드백 수단이 기존 피드백수단 대비 가계전력 절감측면에서 보다 효과적인 정책 수단인지에 대한 분석 및 결과를 도출함.

II. 조사 및 분석 결과

□ 지식경제부와 에너지관리공단이 2009년에 개발한 스마트폰용 에너지 절감 앱(APPs)인 ‘에너지 다이어트’를 일종의 가계전력절감 피드백 수단으로 활용하여 스마트폰용 앱의 가계전력소비 절감에 대한 효과를 실증분석

○ 가정용 전기절약 공공앱 ‘에너지 다이어트’ 소개³⁾

- 에너지 절약과 효율적인 에너지 이용을 위해 생활 속에서 직접 실천할 수 있는 정보·사례를 정리한 스마트폰용 어플리케이션 ‘에너지 다이어트’를 개발·보급.
- ‘에너지 다이어트’ 스마트폰 애플리케이션은 ① 가정의 ‘비만도 측정’, ② 가전기기 등의 에너지절감 방법 안내, ③ ‘10대 에너지절약 노하우’ 3가지로 구성.

[그림 II-1] 에너지 다이어트 앱 메인 및 기능 항목별 화면



3) 지식경제부 보도자료, ‘손 안의 에너지 절약 도우미가 나온다.’(2010. 06. 18) 인용

< 에너지 다이어트 화면 >



- 자료: 지식경제부 보도자료 참고(2010. 06. 18)

□ 실증분석을 위해 실험설계방법(Experimental research)을 도입하고 설문조사를 통해 가계 전력 소비 및 특성 정보에 대한 기초자료 구축

○ 실험설계에서 실험군(treatment groups)과 통제군(control groups)으로 그룹을 분류함.

- '에너지 다이어트' 앱을 사용하는 그룹을 '앱사용그룹', '에너지 절약 실천 매뉴얼'을 매주 간격으로 이메일을 통해 제공하는 그룹을 '메일발송그룹', 어떠한 형태의 피드백 수단도 제공하지 않은 그룹을 '일반그룹'으로 분류함.

- '앱사용그룹'과 '메일발송그룹'이 실험군이며, '일반그룹'이 통제군이라 설정함.

□ 실증연구에서는 전국을 대상으로 애플사의 iPhone을 사용하고 있는 만 19세 이상인 성인남녀 1,053명을 대상으로 세 그룹으로 집단을 구분하여 설문조사 수행

○ 설계된 세 집단에서 피드백을 제공한 두 집단(실험군)과 피드백을 제공하지 않은 한 집단(통제군)에게 피드백 제공 전·후 두 차례에 걸쳐 설문조사를 수행.

- 그룹별로 표본 수(sample size)는 '앱사용그룹'이 334, '메일발송그룹'이 357, '일반그룹'이 362임.

- 설문조사에서 ‘각 가구의 특성정보’, ‘에너지 사용량 정보’, ‘에너지관련 경제비용 인식 및 에너지 절약의식’, ‘최근 3개월간 에너지관련 행동 정도’, ‘전기요금 관련 인식’, ‘각 전자기기 보유 및 이용 정도’ 등의 내용을 포함.
- 앱기반(스마트폰 앱 사용) 혹은 웹기반(이메일 발송) 피드백 장치의 가계 전력절감 효과 분석을 위해 다음과 같은 분석 방법을 사용함.
 - 설문조사에서 얻은 가계별 통계자료를 사용하여 각 그룹별 월평균 전력소비량, 사회·인구통계학적 특성(household characteristics), 가전기기 보유현황, 가계 전력 절감에 대한 인식 등에 대한 기술통계(descriptive statistics)를 정리.
 - 분산분석(Analysis of Variance(ANOVA) 혹은 변량분석)을 수행하여 가계 전력절감 피드백 제공 전·후 각 집단의 평균 전력사용량 변화에 대한 통계적 유의성을 F-test를 통해 검증.
 - 이중차감추정법(Difference-In-Difference, 이하 DID)을 활용하여 피드백 제공 전·후의 평균 전력사용량 차이를 분석하는 그룹 간 분석(Between group comparison)을 수행.
 - 아울러 각 그룹 내에서 전력다소비 하위집단과 전력저소비 하위집단을 구분하여 각 하위집단의 피드백 제공 전·후의 전력소비량 변화 차이도 병행해서 분석(Within group comparison).
 - 정성적 분석에서는 ‘에너지 다이어트’ 에너지 절감 피드백 사용 후 전기절약 인식변화, 스마트폰용 앱(APPs) 피드백 수단의 실효성에 대한 응답자의 의견 등 ‘open questionnaire(서술형 질문)’에 대한 설문 참여자의 의견을 비교·분석함.
 - 가계전력소비절감 스마트폰 앱인 ‘에너지 다이어트’의 장·단점 및 개선사항에 대한 ‘오픈(open) 문항’을 설문조사에 포함하여 분석함.

- 향후 앱기반 전력수요관리 피드백 체계 구축 시 가계전력절감용 스마트폰 앱이 갖추어야 할 디자인, 기능성, 사용 용이성 등에 대한 다양한 소비자의 의견을 반영.

□ 그룹별 기술적 통계(Descriptive statistics)

- 응답자는 가구주이거나 가구주의 배우자이고, 각 그룹의 연령, 건물 총 층수, 건물 거주 층수, 학력, 건축년도, 주택면적 등은 정확한 실험을 위해 유사한 표본을 선정하여 그룹별로 표본을 구성.
- 다만, 그룹별 월평균 소득과 지출은 상이하게 나타나는데 이는 충분치 못한 설문조사 응답자의 표본 수에 기인함. '13년에 수행될 확장연구에서는 이러한 점을 개선할 예정임.

<표 II-1> 그룹별 기술적 통계

(단위: 만원, kWh, m³, 원)

구분	앱이용그룹	메일발송그룹	일반그룹
	334명	357명	362명
성별	1.55	1.55	1.59
연령	37.77	37.48	37.64
건물 총 층수	12.96	13.70	13.83
건물 거주 층수	7.00	7.55	7.62
학력	4.00	4.04	4.02
건축년도	4.49	4.50	4.49
주택면적	3.31	3.39	3.31
가구원수	3.25	3.36	3.39
월 평균 소득	601.0	531.3	782.5
월 평균 지출	382.6	496.5	701.0
3월 전력 소비량	392	346	362
4월 전력 소비량	395	349	355
6월 전력 소비량	292	342	407
7월 전력 소비량	307	358	420
3월 전력요금 납입액	40,839	40,556	42,663
4월 전력요금 납입액	41,031	38,273	41,065
6월 전력요금 납입액	31,993	33,715	33,314
7월 전력요금 납입액	34,081	35,269	35,852

- 그룹별 피드백 제공 전·후의 전력사용량 변화에 대한 분석 결과 ‘앱이용그룹’은 사용량이 줄어든 반면, ‘메일발송그룹’과 ‘일반그룹’은 상대적으로 증가함
 - 피드백 제공 이전 기간인 3, 4월 전기 사용량은 ‘앱이용그룹(787.3kWh)’, ‘일반그룹(717.1kWh)’, ‘메일발송그룹(694.5kWh)’ 순임.
 - 피드백 제공 이후 기간인 6, 7월 전기사용량 변화량을 비교해 보면 ‘앱그룹’은 188.9kWh 감소한 반면, ‘메일발송그룹’은 5.5kWh, ‘일반그룹’은 110.3kWh 증가하게 나타남.

<표 II-2> 피드백 제공 전·후의 그룹별 총 전력사용량 비교

(단위: kWh)

그룹	3월 +4월 전력 사용량(A)	6월 + 7월 전력 사용량 (B)	피드백 제공 전후 전력 사용량 차이 (B-A)
전체	731.7	711.6	-20.1
앱사용그룹	787.3	598.4	-188.9
메일발송그룹	694.5	700.0	5.5
일반그룹	717.1	827.4	110.3

- 그룹간 평균 전력소비량 변화의 통계적 유의성을 검증한 분산분해분석 (ANOVA) 결과, 90%의 신뢰도 구간에서 통계적인 유의성을 보임.
 - 피드백 제공 이후 기간(6, 7월)의 전기사용량 변화량은 어플이용그룹이 -188.9kWh , 메일발송그룹이 5.5kWh, 일반그룹이 110.3kWh을 보여, 어플 이용그룹의 전력소비 절감량이 가장 높았음.
 - 이를 바탕으로 한 ANOVA 결과는 $F=2.5724$ 이고 $p=.0768$ 이므로 $P<0.05$ 수준, 즉 95%의 신뢰도 구간에서는 통계적으로 유의미하지는 않지만, $P<0.10$ 수준, 즉 90%의 신뢰도 구간에서는 통계적 유의성을 갖는다고 할 수 있음.

- 전기사용량의 타 변수들에 대한 ANOVA 분석 결과로는,
 - 연령대별 분산분해분석 결과에서는 10~29세의 주로 젊은 연령대서 앱사용 그룹의 전기소비량 절감 효과가 통계적으로 유의미하게 나옴.
 - 권역대별 분산분해 분석에서는 서울/경기/인천 등 주로 수도권 지역에서의 앱사용그룹 전기소비 절감이 통계적으로 유의하게 나옴.
 - 학력수준별 분석에서는 대학재학 이상의 고학력군에서만 통계적으로 유의한 결과가 도출됨.
 - 소득구간별 분석에서는 앱사용그룹이 피드백 제공 이후 전력소비가 타 그룹에 비해 월등히 줄었으나 이 분석결과에 대한 통계적 유의성은 없는 것으로 판단됨.

- 정부정책 효과를 평가하기 위해 사용된 이중차감추정(DID)분석 결과에 따르면 피드백 제공 그룹인 '앱사용그룹'이 그렇지 않은 그룹인 '일반그룹'에 비해 전력소비량을 상당히 절감한다는 것을 증명하고 있음.

- DID 기본모델(basic model) 및 인구·통계학적 변수 및 기온변수(HDD, CDD)를 추가한 확장모델 모두에서 우리가 관심이 있는 정책효과계수, α_3 가 음의 값을(Negative value)을 보임.
 - 기본모델에서는 α_3 이 값이 약 -149.4로 나타나고 t-value가 -2.76을 보임.
 - 확장모델에서는 α_3 이 값이 약 -152.2로 나타나고 t-value가 -2.86을 보임.
 - 즉, '에너지 다이어트' 사용자는 사용하지 않는 사용자에 비해 전력소비를 줄이고 있다고 할 수 있음. 이는 앱기반 피드백이 전력소비 절감에 도움이 된다는 것을 의미함.
 - 추정방정식을 로그변환하여 추정한 결과에서도 위와 유사한 결과를 도출하였음.

<표 II-3> Basic model에서의 DID 결과 (종속변수: 전력사용량)

구분	Coefficient	t-value
dAfter	55.15055	0.92
dT	35.09561	1.47
dT*dAfter	-149.6131	-2.76*
Constant	358.5691	13.50*

- 주: * 는 95%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

**는 90%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

<표 II-4> 확장모델에서의 DID 추정 결과 (종속변수: 전력사용량)

구분	Coefficient	t-value
dAfter	44.58209	1.18
dT	32.32528	0.30
dT*dAfter	-152.1617	-2.86*
mon_inc(월평균 소득)	.025242	5.95*
sq3_n2(나이)	-2.596149	-1.37
dq2(학력)	18.20248	0.72
sq2(성별)	-39.12169	-1.40
q11(가구원수)	38.64686	3.14*
q2(가스사용량)	.0905376	6.08*
q7(주택면적)	26.37964	1.66**
married(결혼유무)	9.753842	0.23
HDD	.0251833	0.14
CDD	.6017284	0.37
Constant(상수항)	117.3559	0.85

주: * 는 95%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

**는 90%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

□ 실험집단인 '메일발송그룹' 과 통제집단인 '일반그룹'의 피드백 제공 전·후의 전력소비량 변화에 대한 DID추정 결과

- Basic model에 대한 DID 추정결과 우리가 관심이 있는 정책효과계수 α_3 는 음의 값을 가져 실험집단인 '메일발송그룹'이 '일반그룹'에 비해 피드백 제공 이후 전기소비량이 감소함.
 - 그러나 t-value가 너무 낮기 때문에 이 추정치에 대한 통계적 유의성은 없음.
- 확장모델에 대한 결과도 기본모델에서 구한 결과와 유사하게 정책효과계수는 음의 값을 가지나 통계적 유의성을 없는 것으로 나타남.
- 결과적으로, '메일발송그룹'이 '일반그룹'에 비해 전력소비를 덜 한다고 말할 수는 없음. 즉 이메일을 통한 정기적인 피드백 제공은 반드시 가계전력 절감에 긍정적인 영향을 준다고 주장할 수 없음.

<표 II-5> Basic model에서의 DID 결과 (종속변수: 전력사용량)

구분	Coefficient	t-value
dAfter	55.15055	1.54
dT	-11.31276	-0.31
dT*dAfter	-52.38585	-1.03
Constant	358.569	14.15*

주: * 는 95%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

**는 90%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

<표 II-6> 확장모델에서의 DID 추정 결과 (종속변수: 전력사용량)

구분	Coefficient	t-value
dAfter	25.92646	0.26
dT	-8.810063	-0.25
dT*dAfter	-40.68044	-0.82
mon_inc(월평균 소득)	.0292587	7.18*
sq3_n2(나이)	.2913611	0.17
dq2(학력)	24.17355	1.02
sq2(성별)	-87.87047	-3.33*
q11(가구원수)	51.21298	4.44*
q2(가스사용량)	.1246029	8.92*
q7(주택면적)	-6.869631	-0.49
married(결혼유무)	55.27649	1.51
HDD	.0060692	0.04
CDD	.6369809	0.42
Constant(상수항)	25.16252	0.19

주: * 는 95%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

**는 90%의 신뢰구간에서 통계적으로 유의함을 나타냄.

- ‘앱사용그룹’내의 하위그룹인 전력 다소비·저소비 가구의 피드백 제공 전·후의 전기소비량 비교 결과, 전력 다소비 가구가 상대적으로 피드백 효과가 높은 것으로 분석됨.
- 2011년 기준으로 월평균 전기사용량이 240kWh이하이면 전력 저소비 가구, 그 이상이면 전력 다소비 가구로 지정함.
- ‘앱사용그룹’ 내에서 전력과소비 집단인 경우 3, 4월의 총 전력사용량은 1,192kWh, 6, 7월 총 전력사용량은 888kWh로 차이는 약 -304kWh임.
- 반면, 전력저소비 집단인 경우, 피드백 제공 전·후의 전기소비량 차가 미미함.

- 이 결과는 향후 당국이 에너지절약 혹은 수요관리정책 설계시 전계층을 대상으로 정책을 수립하는 것보다 가장 효과적일 수 있는 계층 혹은 타겟(target)을 위주로 정책을 수립해야 함을 각성시킴.

<표 11-7> 그룹별 전기과소비vs저소비가구의 월평균 전력사용량 변화추이

(단위: kWh)

그룹		3월 전력 사용량 (단위:kWh)	4월 전력 사용량 (단위:kWh)	6월 전력 사용량 (단위:kWh)	7월 전력 사용량 (단위:kWh)
앱사용그룹	저소비	163 (155)	163 (157)	171 (189)	172 (166)
	과소비	591 (179)	601 (177)	448 (145)	440 (168)
메일발송그룹	저소비	159 (170)	162 (171)	168 (174)	171 (160)
	과소비	516 (187)	520 (186)	508 (183)	510 (197)
일반그룹	저소비	161 (151)	162 (155)	169 (168)	171 (151)
	과소비	507 (211)	499 (207)	613 (194)	599 (211)

주: ()는 표본 수(number of samples)을 나타냄.

- 효과적인 에너지 절약을 위한 모바일 앱 ‘에너지 다이어트’의 개선사항에 대한 설문응답자의 의견을 정리하면 다음과 같음

- 에너지 절감을 위해 개발된 모바일 앱은 구체적인 절약방법을 제시해야 함.

세부내용(앱 사용자의 의견 사항)
<ul style="list-style-type: none"> • 구체적인 실행방법과 절약 수치를 알려 주었으면 좋겠다. • 너무 추상적인 내용만 있는 것 같음. 기준이 애매한 것이 너무 많다. • 대체적으로 정보의 폭은 넓은데 깊이가 부족해 아쉬웠다. • 에너지 과다 사용 시 누진요금제도 등을 강조 • 에너지비용 산정방법 등 관련정보를 좀 더 구체적으로 제공하면 좋을 것 같다. • 에너지절약 노하우 중 세부적으로 목록을 만들어 설명해 주었으면 한다. • 절약해서 사용할 수 있는 전기제품 항목을 늘리고 좀 더 세부적으로 알려줬으면 좋겠습니다. • 좀 더 구체적이고 상세한 설명이 요구됨. • 좀 더 다양한 실천방법이 있으면 좋겠다.

- 에너지 절감을 위해 개발된 모바일 앱은 실생활에서 적용 가능한 내용을 포함해야 함.

세부내용(앱 사용자의 의견 사항)	
	<ul style="list-style-type: none"> • 연간 기준으로 절약금액이 나오니깐 그렇게 크게 맘에 와 닿지 않는 거 같습니다. • 머리를 말리는데 전기 드라이기 10분 사용 보다는 선풍기 한 시간 사용이 효율적 이라는 내용으로 조금 더 나에게 맞게 앱을 개발하면... • 생활 속에서 실천할 수 있는 에너지 절약방안이 좀 더 구체적으로 언급되었으면 좋겠다. • 에너지가 나도 모르게 새고 있는 곳을 체크하여 줄일 수 있는 방안이 확인되면 좋겠다. • 연간 탄소 배출량도 같이 표시해 주었으면 하고 주변에서 흔히 사용할 수 있는 전기 절약의 원칙을 넣어주신다면 더 좋을 것 같다. • 일상생활에서 줄일 수 있는 소소한 내용이 약하다. • 전기 콘센트를 뽑아 놓아야 한다고 하는데 자주 뽑았다 꽂았다하면 콘센트가 헐거워져 콘센트를 꽂을 때 스파크가 일어나기도 하는데 이런 방지책이나 해결책도 제시 해 주면 좋겠다. • 전기나 가스 수도 등 눈에 보이게 절약하는 방법제시 • 제공하는 정보가 실질적으로 개개인에게 와 닿지 않는다. • 현실감 있게 활용할만한 콘텐츠가 없는 것 같다.

- 모바일 앱의 디자인은 복잡한 화면, 사용상의 어려움, 화면의 조잡함, 메뉴를 보기 쉽게 정리 등의 개선점을 제시함.

소분류	소계	세부내용(앱 사용자의 의견 사항)
화면이 너무 복잡함	14	<ul style="list-style-type: none"> • 가독성이 좀 떨어져 보였다 • 너무 복잡하여 나이든 사람은 이해가 어렵다 • 보기 쉽게 구성 필요 • 좀 더 간소하게 들어갈 수 있었으면 좋겠음. 항목을 눈에 잘 찾기 어려움 • 좀 더 쉽고 간단하게 짧게 소개되었으면 함
사용이 어려움	9	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 인터페이스가 약간 불편한 감이 있고. 또 사용자끼리 서로 소통하는 메뉴도 있었으면 한다. • 처음 접하는 사람들도 쉽게 이해할 수 있게 간단한 비구성 • 한눈에정리되기쉬운깔끔한디자인이더어울릴꺼같다
화면이 조잡함	5	<ul style="list-style-type: none"> • 단순하지만 아이패드에서의 해상도는 약간은 보기 싫을 정도로 저질의 해상도를 보였다 • 디자인이 너무 구식이고 질이 떨어진다. • 앱디자인과조작성을좀더개선해주셨으면합니다. • 앱이, 심플하기는 한데 호감을 일으킬 정도로 디자인이 깔끔하지는 않음 • 좀 조잡한 느낌이 들었습니다.
메뉴를 정리하였으면 함	4	<ul style="list-style-type: none"> • 메뉴를 보고 클릭하는 위치가 편했으면 좋겠다. • 메인 내용을 첫 페이지에 집중 배치하였으면 함 • 주로 쓰는 메뉴를 더욱 간략하게 보였으면 좋겠다. • 돌아가기 버튼

- 모바일 앱의 전력절감 효과를 극대화하기 위해서는 지속적인 업데이트가 필요함.

소분류	소계	세부내용(앱 사용자의 의견 사항)
지속적인 업데이트 필요	8	<ul style="list-style-type: none"> • 너무 업데이트가 느리고 내용의 다양성이 부족하고 다시 들어오고 싶은 욕구를 불러일으키는 동기가 없는 것 같아요 • 상황에 따른 발 빠른 업데이트 • 자주 볼 수 있게 새로운 소식이 있으면 알려주는 알림기능이 있으면 좋겠다. • 지속적인 업그레이드가 되어야 될 것 같네요. 그래야만 한번이라도 눈이 더 가지 않을까요? 여행정보처럼요. 솔직히 이 앱은 한두 번 이상은 재미삼아 볼뿐 그 이상은 기대하기 힘들듯.

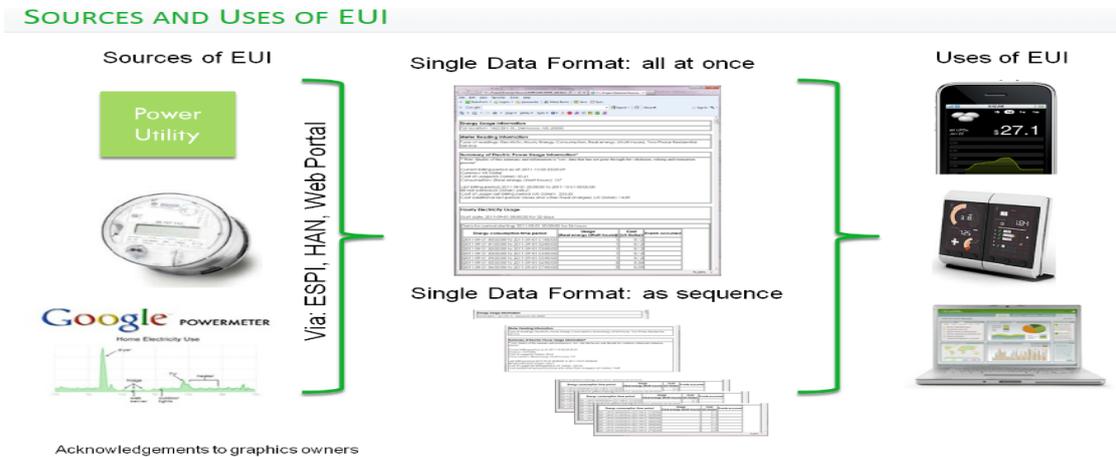
III. 정책 제언

□ 가계전력절감 피드백 수단으로 저비용 고효율인 스마트기기를 활용한 다양한 가구 에너지 절약 정책을 개발할 필요가 있음

- 보다 다양한 형태의 앱기반 피드백 실증연구를 활성화하고, 이를 통해 가구별 전력사용정보 및 가구 특성에 관한 미시통계 기초자료를 구축해야 함.
- 앱기반 피드백 장치의 실효적인 적용을 위해 선행되어야 할 사항은 전력사용량정보에 대한 공개 및 공개 시스템을 구축하는 것임.
 - 이를 위해 전력사업자, 전력당국, 전력소비자 등 다양한 이해관계자들의 적극적인 동의와 협력이 요구됨.
 - 정부는 전력수요관리를 위한 새로운 대안으로 스마트기기의 활용 방안에 대한 다양한 연구에 적극적인 지원과 의지가 필요함.

- 미 에너지부(DOE)에서 '11년부터 수행중인 'Green Button' 프로그램의 성공여부를 면밀히 관찰하여 벤치마킹할 필요가 있음.
- 'Green Button' 은 전력소비자는 자신들이 사용하는 전력소비정보를 유틸리티 기업이나 전기사업자로부터 알기 쉬운 형식으로 안전하게 인터넷 혹은 스마트기기를 통해 다운로드 받을수 있다는 상식적인 아이디어에서 출발함.
- 미국에서는 정부 및 American Electric Power, Boltimore Gas and Electric, Commonwealth Edison, Austin Energy를 포함한 9개의 전력회사들이 그린버튼 이니셔티브에 참여하고 있음.
- 정부는 1,500만명 이상의 전력 소비자가 Green Initiative의 혜택을 받아 보다 쉽게 자신들의 에너지 소비 데이터에 접근 가능 하게 될 것이라 전망함.

[그림 III-1] 'Green Button' 프로그램의 소개



자료: <http://en.openei.org/apps/?keyword=Green Button Apps>

- 일본 후쿠시마 원전 사태이후, 일본은 모바일 기기를 적극적으로 활용한 전력소비 절약 운동을 추진 중에 있고, 그 효과 또한 검증되고 있음.

- 원전 중단으로 인해 전력수급에 차질을 빚고 있는 간사이 지역은 적극적인 지역주민 절전참여를 활성화하기 위해 전력절감 포털인 ‘하피e미루덴’을 개설함.
- 이 Web 및 앱기반 서비스는 전월 및 전년 동월의 전기사용 실적에 대한 정보를 수치 및 차트를 이용해 비교할 수 있도록 설계되어 국민들이 절전 효과를 쉽게 확인할 수 있도록 함.
- 다양한 형태의 앱기반 피드백 실증연구를 설계하고 분석을 통해 그 효과를 지속적으로 검증하여 향후 ‘앱기반 전력수요 피드백 시스템 구축’과 같은 실제 정부정책으로 이어져야 함.
- 향후 앱기반 피드백 체제 구축을 위해 선행되어야 할 사항은, 현재 전력사업자가(한국전력) 독점하고 있는 전력소비자들의 사용량정보에 대한 기초통계자료를 적극적인 동의와 협조를 통해 공개하고 공유하는 것임.
- ‘에너지 다이어트’와 같은 공공앱(public application)은 보다 실효적이며 적극적인 방향으로 개선되어 개발되어야 함.
- 현재 개발되어 활용되고 있는 대부분의 공공앱은 일방적, 형식적, 수동적으로 설계되어 개발됨으로서 국민들에게 외면을 당하고 있음.
- 2012년 4월 국회입법조사처가 발간한 ‘공공 애플리케이션(이하, 공공앱) 현황과 발전방안’ 보고서에 따르면 2011년 기준으로 중앙부처는 100개, 지방자치단체는 112개의 공공앱을 제공하고 있으나,
- 적게는 2천만원, 많게는 1억 8천만원의 개발 비용이 소요된 공공앱의 활용 실적은 매우 저조하여, 비용대비 효과가 미비하다는 비판에 직면함.
- 단순 홍보성 정책안내용 앱과 일방적인 정보제공용 앱에서 탈피하여 사용

자 흥미를 유발시킬 수 있고 실생활에 유익한 정보를 제공할 수 있는 체감형 생활서비스 앱을 지향해야 함.

- 이러한 공공앱의 활용성이 떨어지는 이유로는,
 - 추진체계나 정책목표가 불분명하고, 정부의 공개 범위가 한정되거나 불충분하고, 앱 플레이스 활용이 불균형적이고 사용의 불편함이 존재하며, 제공되는 콘텐츠 종류가 부족하거나, 공공앱 디자인이 낙후되어 사용자 흥미 유발 실패.

[그림 III-2] 비용대비 다운로드 실적이 저조한 공공앱 현황

기관	APP 이름	주요서비스	제작비	운영체제	다운로드
국가기록원	국가기록원	국가기록원 정보 검색, 활용, 열람 방문 이용 안내	1억 5300만 원	안드로이드	424
				IOS	155
농림수산식품부	쌔쌔퍼즐	정책정보제공	2500만 원	IOS	10
한국산업인력공단	2011년 기능한국인	2011년 기능한국인 선정자 수기집 앱	2000만 원	안드로이드	42
				IOS	163
대한주택보증공사	대한주택보증 사이버 영업점	보증현황, 사업장 현황, 용지현황	1억 8000만 원	안드로이드	136

자료: 천지일보 자료 인용(2012년 4월 25일)

- 공공앱의 문제점을 보완하기 위해 실질적인 정보공개, 범 정부차원의 소통형 어플리케이션 place 구축, 소비자들이 흥미를 유발할 수 있는 다양한 앱 개발, 품질 제고 및 홍보 확대 등의 과제 해결이 필요함.
 - 공공앱의 관리체계 개선을 위해 사전계획을 구축하고 특정 공공앱의 기대효과를 소규모 혹은 대규모의 실증실험을 통해 기대효과를 측정해야 함.
 - 공공앱에 포함될 콘텐츠 선정 및 활발한 국민 홍보의 과정을 일괄적으로 수행해야 함.
 - 제작되어 활용된 공공앱의 효과를 측정하고 평가하여 효과적이지 못한 공공앱인 경우 문제점을 도출하여 개선하는 작업을 지속적으로 시행해야 함.

- 앱기반 에너지소비 절약정책 효과를 극대화시키기 위해 앱이 포함해야 하는 기능적 요소 및 콘텐츠 등에 대한 포괄적인 고려가 필요함
 - 소비자의 흥미를 유발하면서 가계전력절감에 효과적인 모바일 앱은 전기요금 가상계산, 가계절전 시뮬레이션, 외출 시 잠잠, 에너지 절약 미션 등의 기능을 탑재해야 함.
 - 또한, 가정 내 에너지 절전방법, 에너지 절약 뉴스, 에너지 절전 노하우, 절전 자료실 등과 같은 정적 혹은 동적인 텍스트를 혼합하여 제공해야 함.
 - 다양한 형태의 설문조사 및 실증분석을 통해 에너지 절약 앱이 필수적으로 포함해야 하는 기능성, 디자인, 사용 용이성, 흥미 유발성 등에 대한 전력 소비자의 의견을 적극적으로 반영해야 함.

- 에너지 수요관리를 위한 효과적인 스마트폰 앱을 개발하기 위해 민관이 협력하여 제공할 수 있는 체계적인 프레임워크 및 사용자가 쉽고 유용하게 활용할 수 있는 방법론에 대한 적극적인 공동연구가 필요하다고 판단됨.
 - 이러한 과정을 통해 앱기반 피드백 장치는 전기소비자의 에너지 절약에 대한 인식 또는 지식(awareness and knowledge)을 제고시키고 실제 절전 행동(behavior changes)으로 이어지게 하는 유용한 전기절약 수단이 될 것임.
 - 영국 옥스포드 대학의 Sarah Darby교수는 에너지 절약을 위한 다양한 피드백 효과 실험연구의 중요성을 다음과 같이 요약했음.
 - *“Useful lessons from the diverse trials and experiments of Feedback effects: improved feedback is necessary for good understanding of energy use and effective action to reduce it, but not always sufficient”*

IV. 기대 효과

- 대다수 국민들의 필수품인 모바일 앱(APPs)을 활용한 가계 전력 절감 피드백 체계를 구축함으로써 성공적인 비용 효과적(cost-effective) 전력수요 정책을 시행할 수 있음.
 - 전력소비자, 전력사업자, 전력 당국의 적극적 동의와 협조를 통해 전력사용 정보를 공유하고, 이 정보를 정형화된 통계자료로 DB화하여 개인 혹은 컨설팅 기업이 이를 활용한 다양한 사업모델(business model)을 창출하게 함.
 - 미 에너지부는 '11년부터 'Green Button' 프로그램을 수행하여 전력사업자들이 보유한 가계 에너지 소비 데이터를 플랫폼화된 데이터로 가공하여 민간에게 제공함으로써 수익을 창출할 수 있는 사업을 진행 중임.
 - 가공된 데이터는 모바일 앱 혹은 인터넷 웹을 통해 피드백의 형식으로 전력소비자에게 제공되어 전기소비절약 인식 변화와 행동의 변화를 촉진하는 역할을 기대함.
 - 향후 'Green Button' 프로그램의 성과를 면밀히 추적하고 관찰하여 그 성공여부에 따라 적극적으로 벤치마킹(benchmarking)할 필요가 있음.
 - '11년 3월 일본 원전 사태로 인한 일본 전력수급문제 해결에 스마트폰은 중요한 역할을 담당함.
 - 스마트폰을 활용한 '절전 요청 문자메시지', '전력수급악화 경고(alert)', '에너지 절약 Tips 제공' 등은 실제로 가계의 절전 실천으로 이어져 당초 정부 목표였던 15%이상의 절전목표를 성취함.
 - 최상의 정책은 '저비용 고효율' 정책이라 할 수 있는데, 이러한 점에서 모바일 기기는 충분한 그 가능성을 보여주고 있고, 이 연구보고서는 이를 검증하였음.

- 효과적인 전기소비절약 수단으로서 모바일 앱은 기존의 일방적, 형식적, 수동적인 공공앱의 성격을 벗어나, 쌍방향적이고 실용적인 기능을 내포하는 방향으로 개발되어야 함.

□ 모바일 기기와 같은 정보통신기술(ICT)과 에너지 수요관리를 접목시키는 성공적인 융·복합 정책의 모범사례가 될 수 있음.

- 우리 정부가 지향하고 있는 산업간 융·복합 활성화 기조에 적합한 형태의 사업모델이 될 수 있음.
 - 미래 스마트 기기는 스마트 헬스, 스마트 그리드, 스마트 시티, 스마트 에너지, 스마트 방범 및 Home-Security 서비스 등 다양한 분야에서 활용 가능성이 큼.
 - 정보통신기술이 매우 발전된 우리의 경우 스마트 기기는 새로운 형태의 융·복합 사업 창출 모델이 될 수 있음.

□ 모바일 기기는 스마트그리드의 핵심 설비 중 하나인 In-Home-Display의 대안이 될 수 있음.

- 해외 컨설팅 회사인 GlobalData가 분석한 것처럼(2011), 다양한 형태의 기능을 탑재한 스마트폰용 앱(Apps)이 저렴한 가격으로 상용화하는 것이 가능해지면서 IHD의 실용성을 크게 의심을 받고 있음.
- IHD는 사용자가 정부 혹은 전력사업자의 정책과 가이드라인을 따라서 설치해야 하는 반면 스마트폰은 이러한 의무적인 조항을 준수할 필요가 없다는 장점이 있어 스마트폰 앱은 IHD를 대체할 가능성이 존재함.

- 이 연구에서 구축된 가구별 전력사용 및 특성 정보는 향후 정부의 에너지 복지정책, 주택요금 정책, 전력에 대한 세제정책 수립 시 정책 영향을 분석할 수 있는 기초자료로 활용 가능함.
- 설문조사를 통해 구축된 미시통계자료는 정부의 다양한 에너지관련 정책 시행 시, 사전적으로 정책효과를 분석할 수 있는 기초통계자료로 활용 가능함.
 - 이를 통해 정부의 에너지 정책에 대한 실패 가능성을 크게 낮추는 역할을 함.

< 참고자료 >

1. 피드백 효과에 대한 이론적 배경

□ 피드백 작동 방법에 대한 이론에는 사회학적, 경제적, 심리적 및 교육적 이론의 네 가지의 이론적 접근이 있음.

○ 사회학적 이론

- 사회학적 연구는 얼마나 많은 요소가 세대주의 제어 범위 내에 있고 제어 범위 밖에 있는지를 분석하여 보여 준다. 그 연구는 안락함의 표준 및 기대치, 일상적인 행위 및 실천의 중요성을 강조한다(Lutzenhiser, 1993; Shove, 2003; Burgess and Nye, 2008). '실천 이론'은 행위에 영향을 미치는 일상적인 일, 인공물 및 노하우 (암묵적 지식)의 복합된 효과를 강조한다(Wilhite, 2008).

○ 경제적 이론

- 행동 경제학은 금전적, 사회적 또는 기타 유발 책에 대한 반응을 분석함으로써 에너지 피드백 연구에 제공해 줄 무엇인가를 가진 성장 중인 이론 분야이다. 이 경제학은 지금 에너지 피드백 프로그램에 적용되고 있다(Schultz 등, 2008).

○ 심리적 이론

- 에너지 사용은 자극-반응 메커니즘과 기울이는 관심에 의해 영향을 받을 수 있다. 에너지 피드백에 대한 연구는 일찍이 전후 맥락에 따라 영향 받지만 여전히 상당히 예측 가능한 방식으로 반응한다는 것이 밝혀졌다(Fischer, 2008).

○ 교육적 이론

- 효과적인 에너지 사용은 특정 상황에서의 경험을 통하여 배우게 되는 기량이다. 학습에 대해 가장 널리 인정된 이론들은 사람들은 이미 알고 있는 것 위

에서 끊임없이 그리고 점증적으로 실험을 해 보면서 의미를 구축한다는 생각에 기초하고 있다(Kolb 1984; Chaiklin and Lave 1993).

- 교육 이론에 따르면, 피드백은 에너지 관리 기술을 가르치고 사람들에게 사용량을 보다 잘 제어하는 능력에 대한 감각을 부여하는 역할을 한다.

2. 이중차감추정법(Difference-In-Difference) 설명

□ 계량모형 중에 정책의 변화 전·후의 효과를 분석하는 방법으로 널리 활용되고 있는 모델이 이중차감추정법(Difference-In-Difference, 이하 DID)임.

- DID의 기본 아이디어는 정부의 정책이 외생적으로 주어졌을 때(exogenous shock) 이러한 일련의 정부정책의 효과를 정책 전·후의 평균 변화의 차이로 추정을 하여 정책의 효과를 분석하는 기법임.

- DID 추정 법은 Ashenfelter and Card(1985)⁴⁾의 연구 이후 폭넓게 활용되고 있음.

□ 정책에 대한 효과를 추정하기 위한 DID 추정방정식은 다음과 같이 표현됨.

- 정책에 영향을 받는 집단을 실험집단(Treatment groups)이라하고 정책의 영향을 받지 않는 그룹을 통제집단(Control groups)이라 함.
- 추정방정식은 다음과 같이 표현됨.

$$y = \beta_0 + \beta_1 dB + \delta_0 d2 + \delta_1 d2 \cdot dB + u$$

y : 종속변수, dB : treatment dummy, $d2$: time dummy

u : 오차항, β_0 : 상수항

4) Imbens, Wooldridge, (2007), "Lecture Notes 10, Summer '07"

- d_B 는 treatment dummy로 정책의 영향을 받는 그룹은 1, 그렇지 않은 통제 그룹은 0인 가변수(dummy variable)이며 d_2 는 정책이 일어나기 전 기간이면 0값을, 일어난 후 기간이면 1값을 갖는 가변수임.
- DID 추정방법에서 우리가 관심 있는 계수(coefficient)는 δ_1 인데, δ_1 은 정책 효과계수(policy effect coefficient)로 불리며 바로 δ_1 계수가 정책 시행 전 · 후의 정책 효과를 보여주는 역할을 함.

$$\hat{\delta}_1 = (\overline{y_{B,2}} - \overline{y_{B,1}}) - (\overline{y_{A,2}} - \overline{y_{A,1}})$$

3. 참고문헌

에너지관리공단 홍보자료, '에너지 절약 실천 매뉴얼', 에너지관리공단.

지식경제부 보도자료, 2010. 6. 18, "손 안의 '에너지절약 도우미'가 나온다." 지식경제부.

Darby, S. (2006). The Effectiveness of feedback on energy consumption. A review for DEFRA of the literature on metering, billing and direct displays. University of Oxford, Environmental Change Institute.

Fischer, C. (2008). Feedback on household electricity consumption: a tool for saving energy?, *Energy Efficiency* 1 (1), 79-104.

Giulio Jacucci, Anna Spagnolli, Luciano Gamberini, Alessandro Chalambalakis, Christoffer Bjorksog, Massimo Bertoncini, Carin Torstensson and Pasquale Monti, (2009), Designing Effective Feedback of Electricity Consumption for Mobile User Interface, *PsychNology Journal*, Volume 7, Number 3, p265-289.

- GlobalData, 2011. Dec. "Smartphone Applications: A Major Threat to In-Home Displays."
- Imbens and Wooldridge, 2007, "Lecture Notes 10, Summer '07", NBER Lecture Series.
- Kevin Cooney, Feb. 2011, "Evaluation Report: OPOWER SMUD Pilot Year2", Navigant Consulting, Chicago, IL 60606.
- Sarah Darby(2010), Literature review for the Energy Demand Research Project.
- Ueno, T., Inada, R., Saeki, O., & Tsuji, K. (2006). Effectiveness of an energy-consumption information system on energy savings in residential houses based on monitored data. *Applied energy*, 83(2), 166-183.
- Wilhite, H and Ling, R (1995). Measured energy savings from a more informative energy bill. *Energy and buildings*, 22, pp145-155.
- Wooldridge, Jeffrey, 2001, "Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data", The MIT Press, Cambridge, Massachusetts London, England.

정책 이슈페이퍼 12-11

스마트 폰 앱을 활용한 스마트 전기절약 효과 분석

2012년 11월 6일 인쇄

2012년 11월 7일 발행

저 자 조 성 진

발행인 김 진 우

발행처 에너지경제연구원

437-713 경기도 의왕시 내손순환로 132

전화: (031)420-2114(代) 팩시밀리 : (031)422-4958

등 록 1992년 12월 7일 제7호

인 쇄 범 신 사 (02)503-8737
