

# 물사용예측행정을 위한 실시간 생활용수 추세패턴 모형개발 및 GIS 연계방안에 관한 연구

## A Research on the Development of Trend Analysis Models for Residential Water consumption using realtime sensing data and on the Grafting of a GIS for Water Supply Administrative Purposes

김성훈\* · 이시형\*\* · 김동문\*\*\* · 김의명\*\*\*\* · 박재국\*\*\*\*\*

Kim, Seong Hoon · Lee, Si Hyoung · Kim, Dong Moon · Kim, Eui Myoung · Park, Jae Kook

### 要 旨

본 논문은 용수공급 2축의 한방향인 공급관리의 효율화를 개선하는 한 방안을 제시하는데 그 궁극적인 목적을 두고 있다. 그 총체적 접근의 일환으로 생활용수 중 상업용수를 대상으로 공간분석 대상지 선정, 센서 설치위치 선정, 센서 및 서버시스템의 설치, 실시간 데이터 모니터링 등의 일련의 과정을 시도했다. 이러한 과정을 거쳐 수집된 실시간 데이터 분석을 통해 요일별, 월별 용수사용 추세패턴 모형을 개발하였다. 또한 개발된 추세패턴 모형과 GIS시스템의 연계방안을 제안하였다. 모형의 신뢰도 향상과 더불어 상기 제시된 접근 및 결과는 물사용 예측행정 및 관리를 위한 주요한 도구의 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 생활용수, 상업용수, 물사용, 예측행정, 추세분석, GIS 다항식, 모형

### Abstract

The ultimate purpose of this study is to propose a method to improve water supply management efficiency which is one of the two main approaches to solve the water supply-related problems. As an effort, targeting commercial water, a series of efforts was performed such as choosing a field area, selecting a sensing point, installing a sensor and server systems, and monitoring the real time data. Through the analyses of the real time data gathered, a series of water consumption trend analysis models were developed for each day and for each month. And Also proposed are the related utilization of the developed trend analysis models and a GIS. As a result of the aforementioned research, the proposed trend analysis technique is expected to offer some important role for the water supply forecasting administration and management.

Keywords : Residential water, Commerical water, Water consumption, Forecasting administration, Trend analysis, Ploynomial, Model

### 1. 서 론

용수수요는 크게 생활, 공업, 농업용수로 분류되는데 이들 용수수요량은 경제와 사회의 환경변화에 따라 크게 변화된다(한국건설기술연구원, 1997). 기업 및 공업 분야가 사회 환경변화 및 경제에 전반적인 영향력을 행

사하여 다양한 물 사용 소비패턴을 이루고 있으며, 상업분야 역시 우리사회의 대부분의 지역에 광범위하고 다양한 형태로 분포하여 경제의 한 축을 담당하고 있다. 환경부 상수도통계(2009)에 따르면 2004년도부터 전국 1인당 생활용수(상업용수 포함) 평균급수량이 1,600만톤을 넘어서고 있음을 알 수 있었다. 이렇게 생

2010년 11월 8일 접수, 2010년 12월 10일 채택

\* 교신저자 · 정희원 · 남서울대학교 지리정보학과 부교수(gotit@nsu.ac.kr)

\*\* 남서울대학교 지리정보공학전공 석사과정(tlgudsla1234@naver.com)

\*\*\* 정희원 · 남서울대학교 지리정보공학과 전임강사(david@nsu.ac.kr)

\*\*\*\* 정희원 · 남서울대학교 지리정보공학과 조교수(kemyoung@nsu.ac.kr)

\*\*\*\*\* 남서울대학교 지리정보공학과 전임강사(gisdata@nsu.ac.kr)

활용수 영역 중 하나인 상업용수가 차지하는 비율이 적지 않음에도 불구하고 상업용수에 관한 연구는 상대적으로 미비한 상태로 조사되었다. 특히 첨단기법인 실시간 센싱데이터를 활용한 상업용수 사용 추세패턴 모형 개발 및 연계방안 마련 등에 관한 연구사례는 이제 막 시도되고 있는 현황이다. 이에 본 연구에서는 5분단위의 실시간 데이터를 취득하고 이를 통해 상업용수(분류상 생활용수의 일부로 정의함) 사용 추세패턴을 도출할 수 있는 다항식 모형을 개발하였다. 또한 이를 적용하여 추세패턴 데이터를 획득한 후 속성정보의 연계를 통해 지리정보시스템(GIS) 기반의 물사용예측행정을 위한 연계방안을 청사진의 형태로 제시하였다.

2. 연구동향 및 연구방법

2.1 연구동향

다양한 생활용수 관련 수요분석 및 추정, 원단위 산정을 중심으로 진행된 국내연구는 이미 많은 결과물을 도출하고 있고 또한 용수특성에 따른 물 사용량 분석 및 추정에 관한 연구도 지속적으로 진행되고 있다. 민동기(2000)는 시계열 모형과 혼합모형을 통해 실증분석을 실시함으로써 생활용수 수요분석을 실시하였고, 한태환 등(2001)은 광역상수도 시스템을 기반으로 Kalman Filter의 수요 예측 모델 구축 및 배수패턴 해석 기법을 통해 수요예측 모델을 개발하였다. 유명진 등(2004)은 서울시 배수지를 대상으로 선형(프리에 급

수, ARIMA 결합모델) 및 비선형(Kalman Filter) 모델을 이용한 시설 운영관리에 중점을 둔 시간별 물 수요량 예측을 실시하였고, 김영상(2007)은 AMR Service를 통하여 가정용수 실측데이터를 취득하고 이를 통해 가정용수의 변화추이 및 변동요인을 분석하였다. 또한 물 수요에 미치는 영향인자를 선별하여 가정용수 수요 예측모형을 개발하였고, 김희수 등(2008)은 가정용수를 용도별로 분류하여 유량측정을 통해 데이터를 수집하여 가정용수의 용도별 사용량 원단위를 도출 하였다. 국외연구 역시 관련연구의 선행이 이루어지고 있었는데 특히 Edwards 등(2009)은 지리정보시스템(GIS)의 ‘토폴로지(Topology)’ 개념을 활용, 기존 수리모델 안에서 시설속성 데이터의 정확도 향상에 관한 연구를 실시하였다. 이러한 연구사례들은 각 분석대상별로 특화된 모형을 선정하고 결과 도출에 국한된 연구가 대부분이었으며 새로운 분야와의 융·복합적인 개념을 적용한 연계 방안에 관한 연구가 미비한 것을 알 수 있었다. 이에 본 연구에서는 실시간 모니터링 데이터를 활용한 상업용수 다항식 모형을 개발한 후 지리정보시스템(GIS)과 함께 연계하는 방안을 청사진의 형태로 도출함으로써 유비쿼터스적 수자원분야와 지리정보시스템(GIS) 분야의 융·복합을 시도하였다.

2.2 연구방법론

물사용예측행정을 위한 실시간 생활용수 추세패턴 모형개발 및 GIS 연계방안에 관한 연구는 그림 1의 절

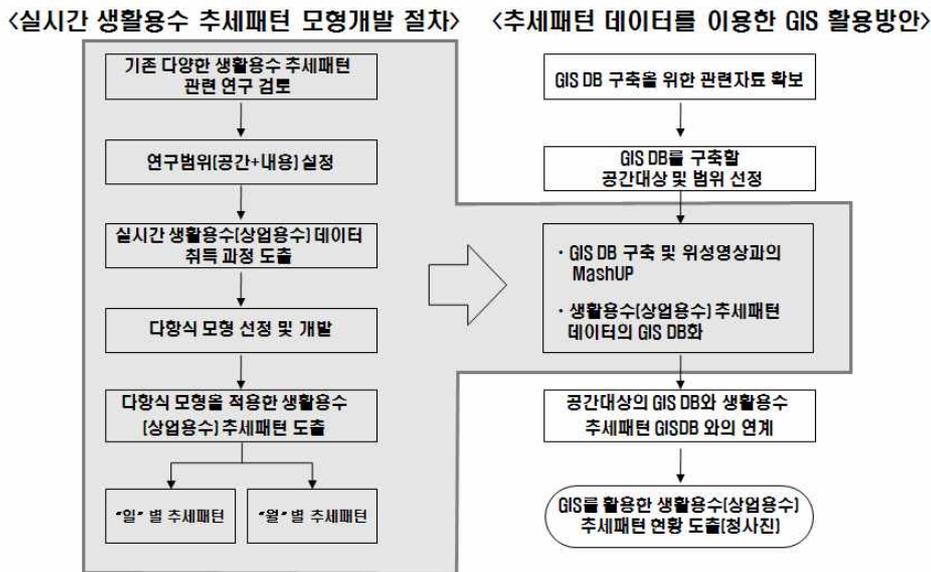


그림 1. 연구 흐름도

차를 통해 단계별로 실시하였다. 생활용수 관련 다양한 분야에서의 수요분석 및 패턴기법을 적용한 기존 연구 사례를 검토하였다. 다음으로 연구범위를 공간적 범위와 내용적 범위로 분류/설정 후, 연구대상 표본용수를 선정하고 실시간 유량데이터를 수집, 데이터 튜닝까지 이어지는 데이터 취득 및 정제 과정을 거친 후 이를 분석할 다항식 모형 수식을 선정하고 연구대상에 맞는 모형을 개발하였다. 도출된 다항식 모형을 적용하여 연구대상 표본용수(상업용수)에 대한 “일”, “월” 단위 추세패턴을 도출하였다. 이후 다양한 공간적 분석 및 활용이 가능한 지리정보시스템(GIS)과 추세패턴 모형으로부터 도출된 데이터를 활용하여 실시간 추세패턴현황 파악이 가능한 시스템 형태의 청사진을 제시함으로써 현업에서 사용가능한 시나리오의 제시를 목표로 하였다.

### 3. 연구범위

#### 3.1 내용적 범위

수자원의 분류는 크게 빛물중심의 자연계와 도시용수 중심의 인공계로 분류할 수 있고 도시용수는 크게 용수수요와 용수공급으로 나누어 관리를 실시하고 있다. 본 연구는 그림 2와 같이 용수수요에 기초한 용수공급 중(공급확대 관점 제외) 공급관리효율화를 위한 일단의 접근을 시도하였다. 용수의 일반적 분류상 생활용수 중 일부인 상업용수를 대상으로 시나리오를 전개하였다.

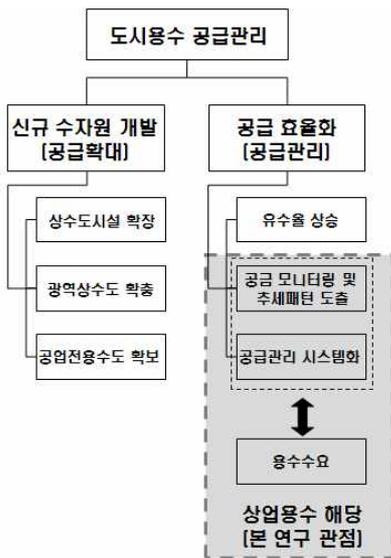


그림 2. 현 연구의 지향점

표 1. 공간적 범위 선정 대상 분석 현황

용수 관리대상 부지	필지개수(필지)	백분율(%)
가정용수부지	81필지	19.7%
상업용수부지	17필지	4.1%
공업용수부지	61필지	14.8%
공공용수 부지 (교육용수 포함)	162필지	39.3%
기타부지	91필지	22.1%
총 합	412필지	100%



그림 3. 연구대상지역

#### 3.2 공간적 범위

대전시에 위치한 유성구 테크노 벨리 일대를 그림 3과 같이 특정 GIS S/W를 활용하여 용도필지별로 분류해 보았다. 총 412(무정값 제외)개의 전체필지를 “Unique value”를 통해 분류해보니 27개의 용도필지로 분류하였고 이를 용수 관리대상 부지로 재분류한 결과가 표 1과 같이 도출되었다.

위의 자료를 통하여 분석한 결과 용수 관리대상 부지가 전체필지의 약 78%정도 차지하고 있고 부지용도가 고루 분포되어 있어 연구대상지역으로 적절하다고 판단되었다.

### 4. 실시간 생활용수 데이터 취득 및 변환

#### 4.1 실시간 유량데이터 수집

상업용수의 유량측정은 그림 4와 같이 디지털 분리형 복감진식 유량계(15mm)를 사용하였으며 CDMA 방식의 무선송신이 가능한 디바이스를 함께 설치하였다.



그림 4. 유량(상업용수)데이터 수집방법

유량계를 통한 상업용수의 데이터는 연구대상지역에 위치한 현장서버에 송신하여 관리자가 편집 가능한 형태로 데이터 변환을 실시한다. 변환과 동시에 관리용 서버로 2차 송신하여 현장서버의 백업 및 데이터 편집이 가능하다.

4.2 실시간데이터 변환

측정데이터를 자료로 이용하는 경우 계측기기의 오·결측치 등 비정상적인 데이터에 대한 필터링 작업이 반드시 수반되어야 한다(김화수 등, 2008). 또한 활용 용도에 따라 필요한 데이터 형태로 변환이 필요한 경우가 있는데 현 연구의 지향점(물사용 예측행정 및 관리를 위한 수단)이 바로 이 경우에 해당된다. 이에따라 일련의 자료처리과정에서 필터링 작업을 진행하였고 뒤따르는 과정인 GIS시스템에서 직접적으로 활용될 수 있는 평균사용량 추출을 위해 시간별 수요패턴 데이터를 추출할 때 사용하는 식 (1)을 적용하였다.

$$Q_t = A \times Q_{basic} \quad (1)$$

표 2. 상업용수 “월” 단위 변환 데이터 셋 (2009. 10월 Data sampling)

시간(Q <sub>t</sub> )	유량(Q)	유량계수(A)
⋮	⋮	⋮
오후 1:20:00	590ℓ	0.999236
오후 1:25:00	1,040ℓ	1.761364
오후 1:30:00	1,500ℓ	2.540429
오후 1:35:00	790 ℓ	1.337959
⋮	⋮	⋮
오후 5:15:00	420 ℓ	0.71132
오후 5:20:00	630 ℓ	1.06698
오후 5:25:00	460 ℓ	0.779065
오후 5:30:00	660 ℓ	1.117789
⋮	⋮	⋮
평균사용량(Q <sub>basic</sub> )	590.45ℓ	1

Q<sub>t</sub>는 시간 t에서의 수요량을 의미하고 A는 시간 t에서의 유량계수를 의미하며 Q<sub>basic</sub>은 시간 t에서의 평균 사용량을 의미한다. 유량계수(A) 값은 평균사용량 대비 사용비율을 의미하며 이는 유량(Q<sub>t</sub>)을 평균사용량(Q<sub>basic</sub>)으로 나눈 값이다. 변환 전 데이터에 식 (1)을 적용하여 표 2와 같이 상업용수의 “월” 단위 데이터 변환 셋을 도출하였다.

5. 다항식 모형을 활용한 생활용수(상업용수) 추세패턴 도출

5.1 다항식 모형 정의

유량계수(A)와 5분단위 시간(Q<sub>t</sub>)의 데이터 분석을 통해 도출된 추산 모델 중 최적화 모델을 찾기 위해 단순회귀분석(Simple-Regression Analysis)을 이용하였다. 식 (2)은 제시 될 모델의 기본형식을 다항식의 일반적인 형태로 표시한 것이다.

$$A = a + bQ_t^1 + cQ_t^2 + dQ_t^3 \dots + nQ_t^{n-1} \quad (2)$$

5.2 다항식 모형 검정

측정값의 통계분석을 위해 추정한 모형이 주어진 자료에 적합한지 정도를 재는 척도로 사용되는 식 (3)의 표본결정계수를 사용하였다(하동명 2004). 또한 식 (4)의 F 검정을 실시하여 각 다항식의 매개변수가 유의미한 값들인지 판별하였다.

$$r^2 = \frac{SSR}{SST} \quad (3)$$

$$F_{test} = \frac{\frac{SSR}{m-1}}{\frac{SSE}{n-m}} \quad (4)$$

여기서 r<sup>2</sup>는 표본결정계수, SSR은 회귀에 의한 제곱합(Sum of Squares due to Regression), SST는 총 제곱합(Total Sum of Squares), SSE는 총 오차변동에 의한 제곱합(Error Sum of Squares), m은 다항식의 매개변수의 개수, n은 변량의 개수를 나타낸다.

식 (3)과 (4)를 이용해 다항식의 각 차수가 의미하는 결과 값을 표 3으로 도출하였는데 사용된 데이터는 상업용수의 “월” 단위 유량계수(A) 데이터 셋을 사용하였다.

표 3. 다항식 차수별 결과 값 현황  
(상업용수 “일” Data sampling)

구분	...	3st Order	4st Order	5st Order
SSR	...	29379.39	29809.01	33806.75
SST	...	536998.6	536998.6	536998.6
SSE	...	507619.2	507189.6	503191.9
$r^2$	...	0.055	0.056	0.063
$F_{test}$		5.48	4.163	3.79
$F_{criticalvalue}$ ( $\alpha=0.05$ )	...	1.96	1.80	1.66
구분	6st Order	7st Order	...	15st Order
SSR	37084.87	37200.14	...	313501.1
SST	536998.6	536998.6	...	536998.6
SSE	499913.7	499798.5	...	223497.5
$r^2$	0.069	0.069	...	0.584
$F_{test}$	3.47	2.98	...	7.49
$F_{criticalvalue}$ ( $\alpha=0.05$ )	1.66	1.53	...	1.35

표 3에서 알 수 있듯이 3차식에서부터 15차식에 이르기까지  $F_{test}$  값이  $F_{criticalvalue}$  값보다 크게 나타나 귀무가설을 기각하고 유의한 F 검정( $F_{test}$ ) 값이 95%(0.05) 신뢰도에서 나타났다. 즉 모든 다항식의 계수가 0이라는 귀무가설이 기각되고 다항식의 계수가 0이 아닌 대립가설이 성립하였다. 이제 주어진 자료에 의해 추정된 다항식이 해당 자료를 얼마나 잘 설명해주는지 여부를 나타내는 표본결정계수( $r^2$ )에 대해서 살펴보면 3차식에서 7차식까지는 0.055~0.069사이의 값을 나타내고 있다. 다항식의 차이를 아주 높은 15차식인 경우에는  $r^2$  값이 0.584를 나타내고 있다. 그러나 매우 높은 다항식의 차수를 이용할 경우 주어진 자료에 대해서는 잘 맞으나 새로운 값에 대한 추세를 분석을 할 경우 매개변수가 과잉추정되어 잘 맞지 않는 사례가 발생한다(Torr et al, 1997). 이에 따라 본 연구에서는 매개변수의 과잉추정 문제를 반영하여 다항식의 차수가 낮은 3차식과 4차식중 SSE값이 다소 작은 4차식을 추세분석을 위한 모형식으로 채택하였다.

5.3 “일” 별 상업용수 추세패턴

상업용수 유량센서로부터 취득한 데이터 중 물 사용패턴이 다양한 2009년 10월부터 2010년 04월까지 약 7개월 데이터의 변환을 통해 유량계수(A)를 도출하고 5분단위( $Q_t$ )로 4차 다항식에 적용하여 모형개발 및 추세패턴을 시·계열적으로 도출하였다. 상업용수의 “일” 별 추세패턴을 도출하기 위한 과정으로 시간( $Q_t$ )은 24

시간(AM 12:00부터 PM 11:55분까지)을 5분단위로 나누어 0~287의 범위로 수치를 환산하여 X축으로 표현하였고, 유량계수(A)의 최소·최대값을 Y축으로 설정하고 표 4와 같이 각 요일별로 7개월 데이터 변환을 하였다.

각 요일별, 7개월간 데이터를 활용하여 추세패턴을 통해 도출한 모형개수는 30~31개이다. 그림 5에서 표현된 바와 같이 각 모형들은 동일한 시간대에 유사한 형태로 추세패턴이 도출되었는데 모형의 신뢰성 확보 차원에서 도출된 결과를 정리해 그림 6과 같은 하나의 모형으로 추세패턴을 표현하였다. 그림 5, 6을 표현한 데이터 셋은 유량계수 범위가 최대인 금요일을 선정하였으며 이때 Y축은 유량계수(A)를 유량(Q)으로 수치를 환산하여 표현하였다.

표 4. “일” 별 데이터 변환 현황

구분	추세패턴 도출개수 (7개월기준)	시간 범위 ( $Q_t$ )	유량계수 범위 (A)	평균 사용량 (Q)
	범례	X축	Y축	-
월요일	30개	0~287	0~85.42	약 12.53ℓ
화요일	30개	0~287	0~49.65	약 11.62ℓ
수요일	30개	0~287	0~19.25	약 16.47ℓ
목요일	31개	0~287	0~71.77	약 15.95ℓ
금요일	31개	0~287	0~146.93	약 12.88ℓ
토요일	30개	0~287	0~62.27	약 13.73ℓ
일요일	30개	0~287	0~133.71	약 07.20ℓ

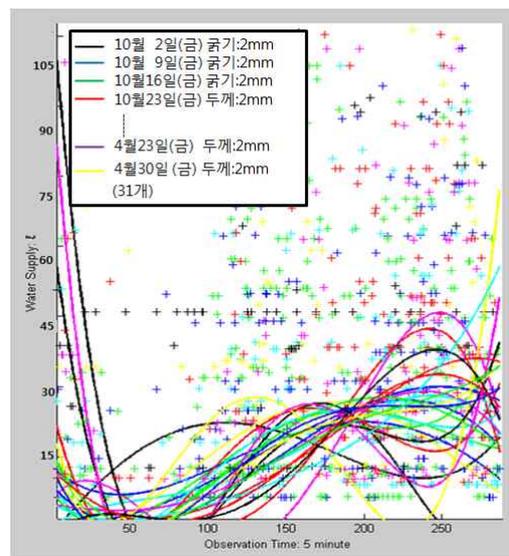


그림 5. 금요일 데이터 다항식 모형

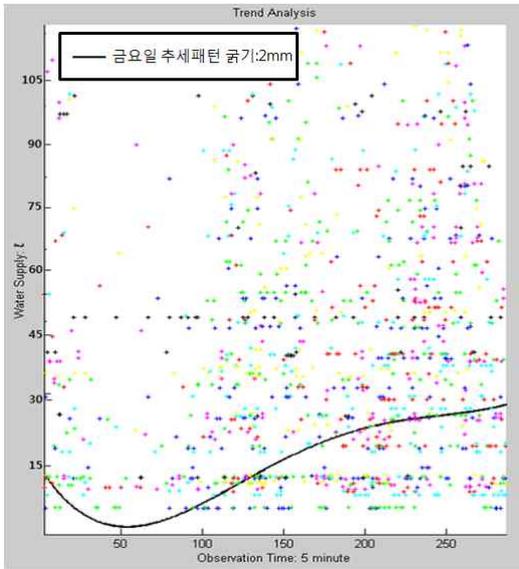


그림 6. 금요일 데이터 평균 다항식 모형

같은 방법으로 각 요일별 평균사용량 모형이 개발되고 도시되었다(그림 7).

상업용수의 “요일” 별 평균 수요패턴은 조금씩 다른 경향을 보이고 있다. 월요일 평균 수요패턴은 12:00(AM) 부터 04:10(AM)까지 감소하다 이후 24:00(PM) 경에 최대사용량 약 28ㄹ를 정점으로 다시 감소하는 패턴을 보이고 있다. 화요일, 목요일, 금요일은 최대사용

량 수치가 약 32ㄹ정도라는 것 이외에 나머지 패턴은 대체적으로 월요일과 비슷하다. 또한 목요일과 일요일만 04:10(AM) 기점으로 최소사용량 수치가 나머지 요일이 1~2ㄹ인 것에 비해 약 6ㄹ 정도로 4ㄹ높은 것을 알 수 있었다. 수요일은 24:00(PM) 경 최대사용량 수치가 약 45ㄹ인 것을 제외한 나머지는 다른 요일과 유사한 패턴을 보이고 있고 토요일은 12:00(AM) 경 최소사용량 약 4ㄹ를 시작으로 지속적으로 사용량이 증가하다 약 19:35(PM) 경 최대사용량 약 26ㄹ를 정점으로 감소하는 패턴을 보이고 있다. 일요일은 12:00(AM) 최초 시작 소비량이 나머지요일이 약 8ㄹ인 것에 비해 약 19ㄹ 정도로 시작하여 04:10(AM)까지 급격히 감소하다 약 14:10(PM) 경 최대사용량 22ㄹ를 정점으로 약 20:50(PM)까지 감소하다 다시 12:00(AM)까지 증가하는 추세패턴을 보이고 있다. 상기 분석된 바와 같이 주중과 주말 물 사용 소비패턴의 차이가 명확히 드러나는 결과를 보여주고 있다.

5.4 “월” 별 상업용수 추세패턴

상업용수의 “월”별 추세패턴을 도출하기 위한 과정으로 시간(Q)는 24시간(AM 12:00부터 PM 11:55분까지)을 5분단위로 나누어 0~287의 범위로 수치를 환산하여 X축으로 표현하였고, 유량계수(A)의 최소·최대값을 Y축으로 설정하여 표 5와 같이 각 “월” 별로 데이터변환을 하였다.

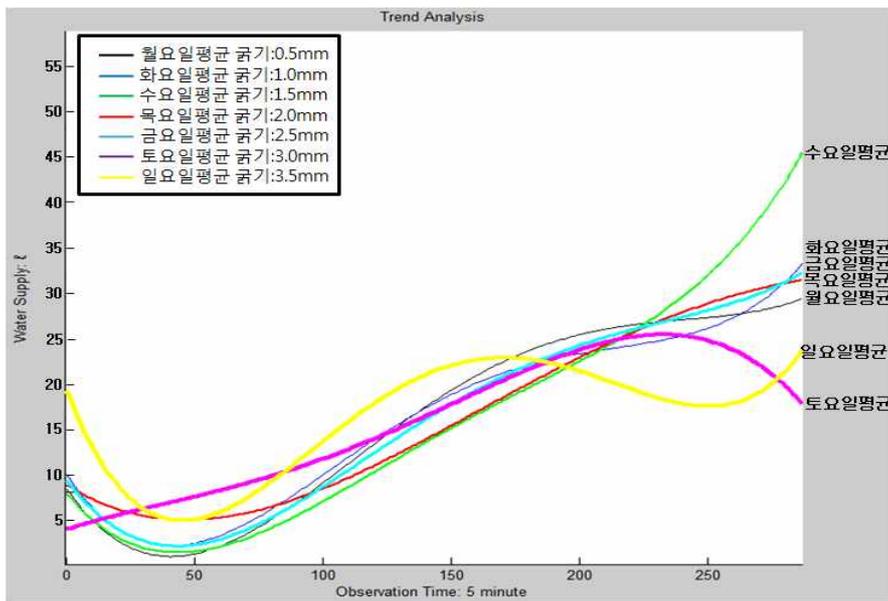


그림 7. “요일” 별 상업용수 평균 사용패턴 모형

표 5. “월”별 데이터 변환 현황

구분	추세패턴 도출개수 (7개월기준)	시간 범위 ( $Q_i$ )	유량계수 범위 ( $A$ )	평균 사용량 ( $Q$ )
	범례	X축	Y축	-
2009. 10월	1개	0~287	0~12.71	약 19.68ℓ
2009. 11월	1개	0~287	0~13.63	약 16.30ℓ
2009. 12월	1개	0~287	0~13.65	약 16.92ℓ
2010. 01월	1개	0~287	0~17.10	약 18.31ℓ
2010. 02월	1개	0~287	0~16.03	약 14.61ℓ
2010. 03월	1개	0~287	0~16.26	약 15.59ℓ
2010. 04월	1개	0~287	0~5.56	약 15.36ℓ

“월” 별 데이터 변환결과를 기반으로 그림 10과 같이 7개월간 데이터를 활용하여 “월” 별 상업용수 사용 패턴을 분석해 보았다. 이때 Y축은 유량계수( $A$ )를 유량( $Q$ )으로 수치를 환산하여 표현하였다. 그림 8에서의 상업용수 “월” 별 평균 수요패턴은 “일” 별 때와는 조금 다른 경향을 보이고 있다. “월” 별 추세패턴의 기본 유형을 살펴보면 “월” 평균은 대체로 12:00(AM) 최초

시작 소비량이 약 5~10ℓ를 시작으로 약 04:10 (AM) 경 까지 감소하다 약 22:00(PM) 까지 증가하는 패턴을 보이고 있다. 약 22:00(PM)이후로는 증가와 감소의 두 가지 패턴이 월별로 다르게 나타난다. 2010년 2월, 3월, 4월 평균 수요패턴은 기본유형을 준수하다 약 23:55(PM) 경 최대사용량 수치를 각각 약 48ℓ, 약 43ℓ, 약 37ℓ를 기록하였다. 2009년 12월 평균 수요패턴은 2010년 2월, 3월, 4월과 비슷한 패턴을 보이고 있으나 23:55(PM) 경 최대사용량 수치가 26ℓ로 다소 적은 수치를 보이고 있다. 2009년 11월 평균과 10월 평균은 유사한 추세패턴을 보이고 있는데 약 12:00(AM)부터 약 16:40(PM)까지는 기본유형과 비슷한 형태로 도출되다가 약 16:40(PM) 경 최대사용량 약 29ℓ를 정점으로 감소하는 패턴을 보이고 있다. 2010년 1월 평균역시 2009년 10월, 11월 평균과 비슷한 경향을 보이나 최대 사용량 약 33ℓ의 정점을 찍는 시간대가 약 20:50(PM) 경으로 약 4시간 10분 정도 더 증가하다 감소하였다. 각 “월” 별 평균 물 사용량은 그래프의 최대·최소값의 평균으로 표 5와 같이 정리하였다.

6. 생활용수(상업용수) 추세 패턴 모형을 적용한 GIS 연계방안

지리정보시스템(Geospatial Information System)은 그 성격상 공간정보기반 중심의 분석이 다양하게 이루어

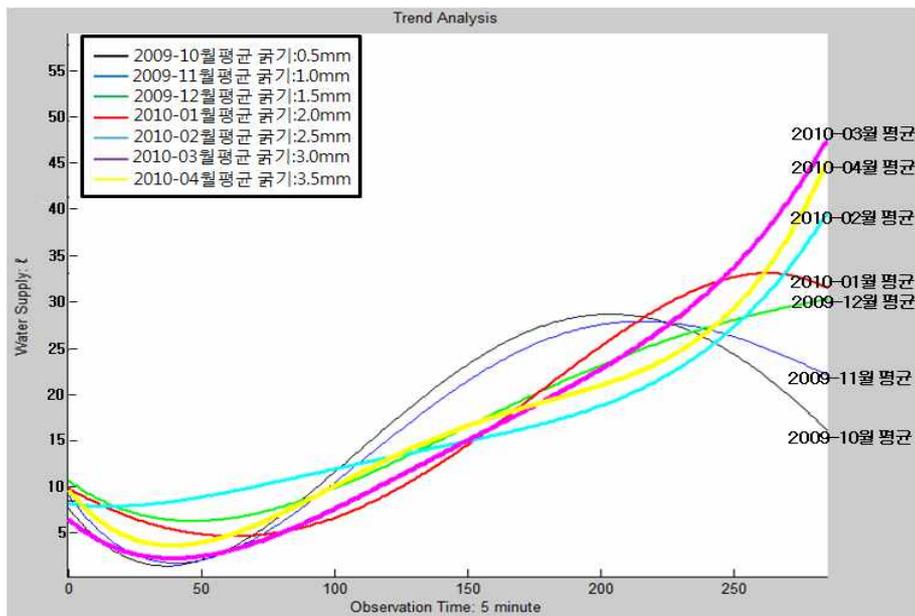


그림 8. “월” 별 상업용수 평균 사용패턴 모형

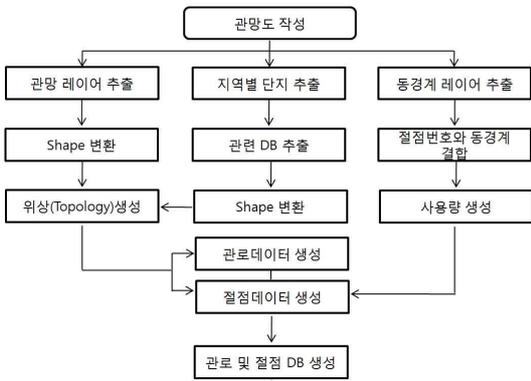


그림 9. 관망 중심의 GIS DB 구축 절차

어지므로 융·복합 연구 분야에 혁신적인 아이템으로 자리를 잡아가고 있다. 그림 9는 공간분석을 위한 기초 단계로, 관망 GIS Database를 구축하는 절차이다(김성한 등, 2009).

GIS DB 구축절차에 의해 도출된 관망도 DB는 위성 영상 데이터와의 MashUP을 통해 기본속성정보 및 분석과정으로 도출할 수 있는 고급속성정보 등을 시각적으로 표현할 수 있다. MashUP은 웹으로 제공 하고 있는 정보와 서비스를 융합하여 새로운 소프트웨어나 서비스, 데이터베이스 등을 만드는 것을 의미한다(이혜경, 2008). MashUP의 구현방법은 융합대상의 조합에 따라

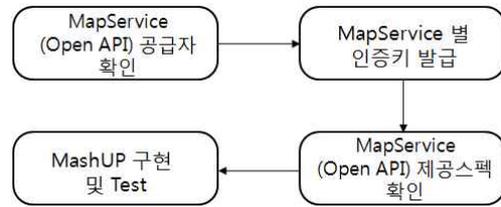


그림 10. Open API를 활용한 MashUP 구현 개요도

전개방식에 차이가 있을 수 있다. 그림 10은 GIS DB와 위성영상간의 연계 방법의 일환으로 MapService 중심의 MashUP 구현 개요도이다.

그림 11은 생활용수(상업용수) 추세패턴 데이터를 공간정보 데이터로 변환하여 적용한 GIS 연계방안 청사진이다. 연구범위안의 공간적 특성을 가정용수 부지와 상업용수 부지, 공공용수, 공업용수 부지를 대상으로 권역을 설정하고 그에 따라 관리가 가능한 상태이며 각 권역별 속성정보들은 이벤트 발생 시 해결 가능한 정보를 Query 기능을 통해 실시간으로 제공하여 문제해결에 적절한 대응이 가능하게 될 것이다. 또한 상업용수 센서로부터 주변 일정 반경 범위 안에 있는 공간정보와 상업용수 추세패턴 데이터의 조합으로 얻을 수 있는 사용패턴분석정보를 통해 시·계열적인 용수사용 추세패턴을 공간단위 베이스의 추세선, 원형, 막대, 텍스트 등 다양한 그래픽 형태로 결과를 도출 및 활용할 수 있다.

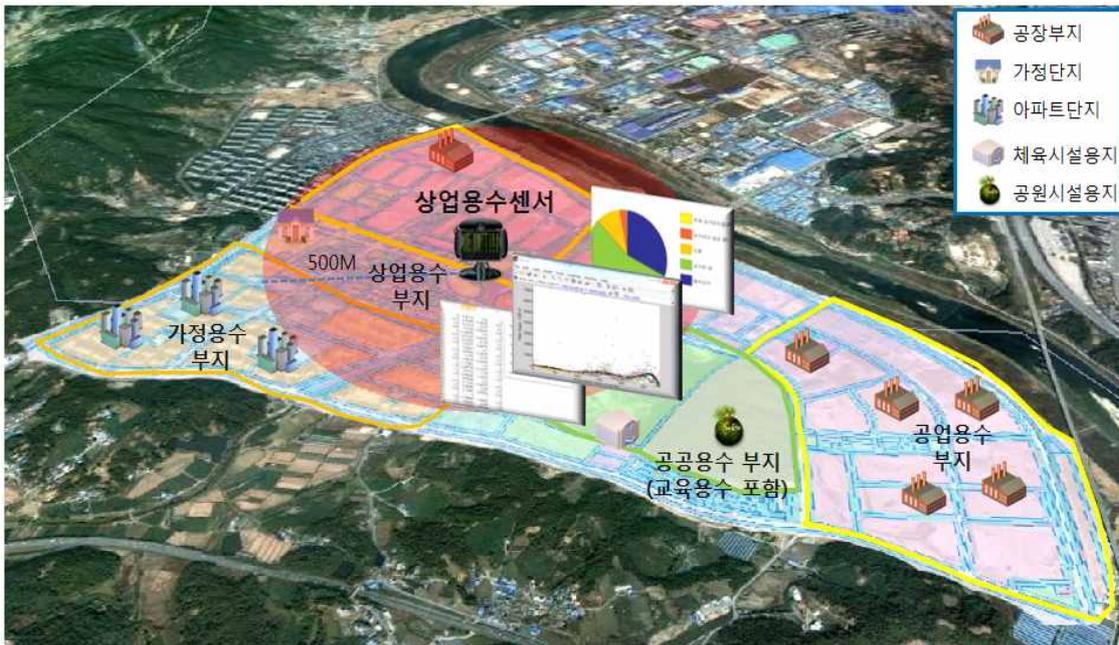


그림 11. 생활용수(상업용수) 추세패턴 모형을 적용한 GIS 연계방안 청사진

### 7. 결 론

본 연구는 실시간 데이터를 활용하여 생활용수 중 상업용수에 맞는 다항식 모형을 개발하여 추세패턴을 도출하고 추세패턴 데이터를 공간DB와 연계한 GIS 연계방안을 제안하였다. 다항식 모형 개발단계에서 상업용수의 데이터 표본을 유량계 1식만 사용하여 한 개체에 서 취득했기 때문에 다소 데이터의 신뢰성이 낮은 부분도 있으나 이는 추후 연구단계에서 추가 개체수를 확보하여 데이터의 신뢰성을 높임으로써 증진시킬 수 있다. 연구결과는 생활용수(상업용수)의 추세패턴 결과를 사용할 수 있는 모든 분야의 기초자료로서의 정보제공 역할을 할 것으로 기대된다. 특히 본 연구의 결과로 도출된 접근방법, 센서를 사용한 실시간 모니터링, 사용패턴 모델 개발, GIS와 융합된 형태의 구현이 위 각 요소들의 신뢰도 개선 행위와 더불어 시행될 때, 금번 연구의 결과는 물 사용 예측행정을 위한 종합적이고 효과적인 정보화도구 개발을 위한 초석으로서의 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 연구는 공간정보 전문인력 양성사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. 김성한, 양승경, 김동홍, 유형민, 2009, *유수율 제고를 위한 관망해석 및 진단 GIS 및 EPANET 활용*, 홍릉과학출판사, pp.155-156.
2. 김영상, 2007, "실측자료를 이용한 가정용수 수요예측에

관한 연구", 석사학위논문, 서울시립대학교.

3. 김희수, 이두진, 김주환, 정관수, 2008, "가정용수의 용도별 사용 원단위 분석", *대한토목학회논문집*, 대한토목학회, 제28권 5호, pp.595-601.
4. 민동기, 2000, "생활용수 수요 분석", *자원·환경경제연구*, 한국환경경제학회·한국자원경제학회 제9권 2호, pp.311-332.
5. 유명진, 구자용, 구윤희, 김신걸, 2004, "선형 및 비선형 모델을 이용한 시간별 물수요량의 예측", *대한환경공학회지*, 대한환경공학회, 제26권 3호, pp.277-283.
6. 이혜경, 2008, "구글맵API 매쉬업을 이용한 지도교육 콘텐츠연구 - 초등학교3,4학년 사회과 주제지도 중심으로 -", 석사학위논문, 이화여자대학교.
7. 하동명, 2004, "가연성물질의 자연발화온도 측정 및 예측 - 메탄올과 에탄올 -", *한국안전학회지*, 한국안전학회, 제19권 2호, pp.54-60.
8. 한국건설기술연구원, 1997, "수자원계획의 최적화연구, I:용수수요추정시스템개발연구", pp.5-6.
9. 한태환, 남의석, 2001, "칼만필터의 적응형모델 기법을 이용한 광역상수도 시스템의 수요예측 모델 개발", *조명·전기설비학회논문지*, 한국조명설비학회, 제15권 2호, pp.38-48.
10. 환경부 상하수도정책관실 수도정책과, 2009, "상수도통계".
11. Edwards, J., Koval, E., Lendt B. and Ginther, P., 2009, GIS and hydraulic model integration : Implementing cost-effective sustainable modeling solutions, *Journal AWWA*, VOL. 101 No.11, pp. 34-42.
12. Torr, P., Zisserman, A., 1997, Robust Parameterization and Computation of the Trifocal Tensor, *Image and Vision Computing*, 15, pp.591-605.