

## 다중 기기 환경에서 기기 특성과 기기 사용 특성을 활용한 검색 기법

권 준 희\*

### *Retrieval Method using Device Characteristics and Device Usage Characteristics in Multi-Device Environment*

Kwon Joon Hee

#### 〈Abstract〉

Internet of Things is an infrastructure of the interconnected devices. In Internet of Things environment, many smart devices are used in daily life. It requires a new retrieval method using multiple devices. We propose an information retrieval method using both device characteristics and device usage characteristics in multi-device environments. Firstly, information retrieval is performed using a general purpose device. And then, it is performed using dedicated devices. Our method uses both characteristics of the devices and usage characteristics of them. Moreover, it considers queries on the general purpose device. This paper proposes a new retrieval method and describes algorithms. Then, it presents smart home scenarios. Performance evaluation is performed using the scenarios. The evaluation results show higher precision and efficiency than previous researches. The proposed method gets information more accurately and quickly in IOT multiple device environments.

Key Words : Information Retrieval, Internet of Things, Smart Device, Smart Home

## I. 서론

사물 인터넷 환경이 도래하면서, 스마트 폰을 포함한 다중 스마트 기기의 사용률이 높아지고 있다. 이에 따라, 다중 기기 환경에서 서로 연결된 기기들이 서로 정보를 주고받으면서 인간의 개입 유무와 관계없이 보다 발전된 검색 서비스를 제공하는 것이 필요하다[1].

현재 사물 인터넷 환경에서의 정보 검색에 대한 연구는 스마트폰 단일 기기 중심의 검색에 집중되어 있다. 향후, 스마트폰 이외의 다양한 다중 기기 사용 환

경으로 빠르게 발전할 것이 예상되고 있어 다중 기기 환경에 적합한 새로운 검색 기법에 대한 연구가 필요하다.

다중 기기 환경에서는 여러 개의 기기를 연계하여 사용하는 경우 그 효과가 높아진다. 다중 기기를 연계하여 사용할 때 가장 일반적인 기법은 다음과 같다. 첫째, 가장 많이 사용되는 범용 목적의 스마트폰과 같은 기기를 이용하여 1차 검색을 수행한다. 둘째, 해당 검색 결과 중 관심이 높아진 정보에 대해서는, 해당 정보를 전용으로 하는 특정 사용 목적의 전용 기기를 사용하여 자세한 정보를 2차 검색한다[2].

\* 경기대학교 AI컴퓨터공학부 교수(단독저자)

그러나, 기존의 검색 기법은 다음과 같은 문제점을 가진다. 첫째, 2차 검색을 수행하는 연계 기기에 1차 검색에서 사용한 동일한 질의어를 사용자가 다시 입력하여 검색해야 한다. 둘째, 전용 기기에서의 검색 결과가 범용 기기에서의 검색 결과와 차별화되지 않는다. 이는 전용 기기 특성과 기기 사용 특성을 반영하지 않기 때문이다.

본 논문에서는 다중 기기 환경에서 기기 특성과 기기 사용 특성을 활용한 새로운 검색 기법을 제안한다. 제안 기법에서는 범용 기기를 사용하여 1차 검색을 수행한 후, 전용 기기를 사용하여 2차 검색이 이루어지는 방식의 검색 기법이다. 본 연구에서 제안한 기법은 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 2차 검색을 수행하는 연계 기기에 질의어를 사용자가 입력하지 않고도 1차 검색에서 사용한 질의어를 연계하여 검색이 수행된다. 둘째, 전용 기기를 사용하여 수행되는 2차 검색에서, 기기 특성과 기기 사용 특성에 적합한 검색 결과가 제공된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안 기법과 관련된 기존의 연구들을 살펴본다. 3장에서는 다중 기기 환경에서 기기 특성과 기기 사용 특성을 활용한 검색 기법과 알고리즘을 제안한다. 또한, 제안한 검색 기법을 시나리오에 적용하여 설명하고 분석한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련연구

최근 급속한 정보 기술의 발전으로, 스마트 기기가 대중화되고 있다. 방송통신위원회의 “2020년 방송매체 이용행태 조사”에 따르면 국내 스마트폰 이용률은 93.1%에 이르고 있다[3]. 일상생활에서 스마트폰은 이제 필수 기기가 되었으며, 스마트 TV, 스마트 워치 등 다양한 종류의 스마트 기기를 활용하는 이용자가 크게 증가하고 있다. 이에 따라 우리의 일상은 다중

기기를 활용한 사물 인터넷 환경으로 크게 변화되고 있다[4].

사물 인터넷 환경에서의 정보 검색에 대한 연구는 계속해서 연구되는 분야이다. 상황 인식 기반 검색 연구에서는 기기로부터의 상황 인식을 통해 사용자의 상황에 적합한 검색 결과를 얻게 한다[5, 6]. 시맨틱 기반 검색 연구에서는 의미적으로 관련된 정보를 검색함으로써 정확도를 높이는 기법으로 온톨로지를 활용한 검색 기법이 대표적이다. 최근 연구 중 하나로는 사물 인터넷 환경에서 토픽 발견과 의미 인식에 기반한 검색 기법이 있다. 이 검색 기법은 토픽 정보와 시맨틱 네트워크에 기반한 검색 서비스를 제공하는 사물 인터넷 환경의 어플리케이션 레이어를 위한 검색 시스템을 제안한다[7]. 최근에는 기계 학습(machine learning)을 이용한 연구도 많이 진행되고 있는데, 신경망 기반 하에서 딥러닝(deep learning) 기술을 적용하여 질의어 예측을 하는 연구 등이 있다[8].

사물 인터넷 기기를 기반으로 한 정보 검색에 대한 연구로는, 모바일 기기를 이용한 모바일 검색에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 모바일 기기를 이용한 검색은 계속해서 방해받고 변하는 상황에서 기기를 사용하기 때문에, 검색 행동에 집중하는 전통적인 기법과는 다르게 단편화된 집중(fragmented attention) 방식으로 검색을 하는 경우가 많아진다. 이에 따라, 전통적인 데스크탑 컴퓨터를 이용한 검색과 비교할 때 다음과 같은 차별화된 검색 행동(search behavior)을 보인다[9]. 첫째, 모바일 기기를 사용하는 사용자들은 검색 결과 중 상위 랭킹된 검색 결과에 대한 관심도가 더 높다. 둘째, 검색 결과로 나타난 결과 문서들에 대해 적합성을 판단할 때 검색에 사용한 기기가 무엇인지에 따른 영향을 받는 정도가 더 크다. 셋째, 원하는 검색 결과를 얻기 위해, 검색 질의어를 직접 입력하고 검색 결과를 클릭하여 살펴보는 행위가 감소한다.

다중 기기 환경에서의 검색에 대한 연구도 진행되

어 왔다[10]. 최근 연구에서는 모바일 기기로부터 데스크탑 기기를 이용한 검색과 데스크탑 기기로부터 모바일 기기를 이용한 검색을 사용자 행동 관점에서 분석하고, 행동 패턴을 모델링한다[11]. 그 외의 연구에서는 기기간 검색 행동을 실제 사용자 경험을 기반으로 분석하고, 기기간 검색 행동을 단계별로 구분한다[12].

사물 인터넷 시대에서는 모든 사물이 인터넷으로 서로 연결된다[13]. 현재 인터넷에 연결되어 있는 기기는 소수에 불과하지만, 사물 인터넷 환경이 발전하면서 갈수록 인터넷에 연결되는 사용자와 모바일 및 사물기기의 수는 계속해서 증가할 것이다[14].

사물 인터넷 기술의 발전으로 스마트폰 이외에도 다양한 스마트 기기의 보급률이 가속화되고 있다. 그러나 그동안의 연구는 스마트폰 기기를 중심으로 한 검색 기법에 집중되어 있다. 또한, 다중 기기 환경에서의 검색에 대한 기존 연구는, 다중 기기 검색에서의 행동 패턴 분석과 모델링에 대한 연구와 기기 온톨로지 모델 기반의 연구를 중심으로 진행되어 왔다. 이에 따라, 기존 연구와는 다른 다중 기기 환경에서 기기 특성과 기기 사용 특성을 활용한 새로운 검색 기법에 대한 연구가 필요하다.

### III. 다중 기기 환경에서의 검색 기법

#### 3.1 정보 검색 기법

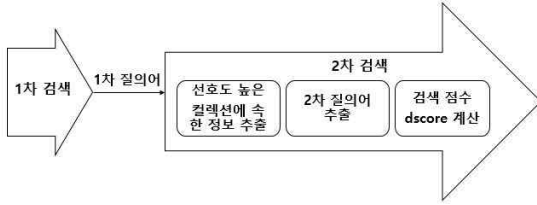
본 절에서는 다중 기기 환경에서 기기 특성과 기기 사용 특성을 활용한 검색 기법을 제안한다. 다중 기기를 연계하여 사용하는 경우, 우선 범용 기기를 사용하여 개괄적인 정보를 1차 검색한 후, 전용 기기를 사용하여 2차 검색을 하는 것이 일반적이며 효율적이다[2, 15]. 본 연구에서는 이러한 다중 기기 사용 기법에 착안하여, 범용 기기를 사용한 1차 검색 후, 전용

기기를 사용한 2차 검색이 이루어지는 방식의 기기 연계 top-k 검색 기법을 제안한다. top-k 기법은 관련성이 가장 높은 상위 k개 결과에 집중할 수 있기 때문에 많이 사용되는 기법으로 검색 분야 이외에도 사용된다. 최근 각광받고 있는 기계 학습을 예로 들면, 케라스(keras)와 같은 라이브러리 API에서는 상위 결과값의 개수를 제어할 수 있는 요소를 제공하기도 한다. 본 논문에서는 제안하는 top-k 검색 기법은 다중 기기 환경에서 기기 특성과 기기 사용 특성을 활용한다는 점에서 기존의 기법과는 차별화된다.

제안된 기법에서는 전통적인 검색 기법과는 차별화된 스마트 기기에서의 검색 행동 특성에 따라, 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 검색 결과 중 상위 랭킹된 검색 결과에 관심이 더 높은 점을 고려하여 상위 결과에 집중하는 top-k 검색 기법이다. 둘째, 검색에 사용한 기기 특성이 검색 결과 문서에 대한 적합성 수준을 높인다는 점을 고려하여, 전용 기기에서의 2차 검색에서 기기 사용 특성을 활용한 검색이 수행된다. 셋째, 전통적인 컴퓨터가 아닌 기기를 이용한 검색인 점을 고려하여, 전용 기기를 사용한 검색에서는 질의어를 직접 입력하지 않고도 검색 결과가 제공된다.

본 연구에서는, top-k 검색에서 많이 사용되는 챔피언 리스트(champion list)를 적용한다[16]. 이를 위해 챔피언 리스트의 원소를 결정하는 기준 항목 값이 임계치 값  $\delta_1$  이상인 정보만을 검색 후보 정보로 추출한다. 이렇게 추출된 후보 정보를 대상으로 1차 검색과 2차 검색이 이루어진다. <그림 1>은 제안된 검색 단계를 흐름도 형태로 개략적으로 보인다.

우선 범용 기기를 이용한 1차 검색 단계가 수행된다. 첫째, 추출된 검색 후보 정보를 대상으로 검색 점수를 계산한다. 둘째, 계산된 검색 점수 중 상위 k개의 검색 점수를 가지는 정보를 추출하여 1차 검색 결과로 제공한다.



<그림 1> 검색 단계 흐름도

다음으로는 전용 기기를 사용한 2차 검색 단계가 수행된다. 2차 검색에서는 해당 기기의 사용 특성과 1차 검색과의 연계를 고려하여 검색을 수행한다.

2차 검색의 1단계에서는, 전용 기기의 특성과 기기의 사용 특성을 고려하여 후보 정보 중 해당 전용 기기에서 많이 검색되는 정보만을 추출한다. 이를 위해, 본 논문에서는 기존 검색 서비스에서 많이 사용되고 있는 컬렉션 분류 단위를 이용하여 해당 기기에서 선호되는 컬렉션에 속한 후보 정보만을 추출한다. 첫째, 해당 기기에서의 컬렉션 점수를 계산한다. 컬렉션 점수를 계산하는 방법은 네이버의 컬렉션 랭킹과 같은 기존 연구에서 이미 이루어져 있는데, 사용자의 로그인 정보 등을 기반으로 만족도가 높은 콘텐츠가 속한 컬렉션을 상위로 계산하는 등 검색 행동 분석을 통해 얻어지게 된다[17, 18]. 본 논문에서는 전용 기기에 대한 검색 로깅 정보 등을 기반으로 2차 검색 전에 미리 계산되어 있는 것으로 한다. 둘째, 컬렉션 선호도가 임계치값  $\delta_2$  이상인 컬렉션만을 추출한다. 셋째, 후보 정보 중 추출된 컬렉션에 속한 정보만을 추출한다.

2차 검색의 2단계에서는, 1차 검색에서 입력된 1차 질의어 이외에 해당 전용 기기에서 선호되는 2차 질의어를 추가하여 검색 점수를 계산한다. 첫째, 해당 기기에서의 질의어 선호도를 계산한다. 2차 질의어는 전용 기기에서의 질의어 선호도를 기반으로 추출한다. 본 연구에서 질의어 선호도는 해당 전용 기기에서 사용자들이 선택하여 살펴본 정보들에 대한 로깅

정보로부터 태그 정보 등을 이용하여 미리 추출하여 계산되어 있는 것으로 한다. 둘째, 전용 기기에서의 질의어 선호도 값이 임계치 값  $\delta_3$  이상인 질의어만을 추출하여, 이를 2차 질의어로 추가한다. 셋째, 후보 정보에 대해 1차 질의어에 대한 검색점수와 2차 질의어에 대한 검색 점수를 계산한 후, 이를 통합한다. 식 (1), 식(2), 식(3)은 전용 기기에서의 2차 검색 점수  $dscore$ 에 대한 계산식을 보인다.

$$dscore(d, q_{m1}, m2) = \alpha \times score1(d, q_{m1}, m2) + (1 - \alpha) \times score2(d, m2) \quad (0 \leq \alpha \leq 1) \quad (1)$$

$$score1(d, q_{m1}, m2) = p(c(d), m2) \times score(d, q_{m1}) \quad (2)$$

$$score2(d, m2) = p(c(d), m2) \times \sum_{i=1}^n (p(q2_i, m2) \times score(d, q2_i)) \quad (3)$$

식(1)에서  $dscore(d, q_{m1}, m2)$ 는 전용 기기  $m2$ 에서 후보 정보  $d$ 에 대한 검색어  $q_{m1}$ 의 2차 검색 점수로,  $q_{m1}$ 은 1차 검색 기기  $m1$ 에서 입력한 질의어를 의미한다. 식 (1)은 1차 검색 점수  $score1$ 과 2차 검색 점수  $score2$ 로 구성된다.

식(2)의  $score1(d, q_{m1}, m2)$ 는 기기  $m2$ 의 컬렉션 선호도  $p(c(d), m2)$ 를 고려한, 후보 정보  $d$ 에 대한 1차 질의어  $q_{m1}$ 의 검색 점수  $score1(d, q_{m1})$ 이다. 여기서,  $p(c(d), m2)$ 는 기기  $m2$ 에서 후보 정보  $d$ 의 컬렉션  $c(d)$ 의 선호도를 의미한다.

식(3)의  $score2(d, m2)$ 는 기기  $m2$ 의 컬렉션 선호도  $p(c(d), m2)$ 를 고려한, 후보 정보  $d$ 에 대한 기기  $m2$ 의 선호 질의어에 대한 2차 검색 점수를 의미한다. 이때,  $n$ 은 기기  $m2$ 에서 추출된 2차 선호 질의어들의 개수를 의미한다.  $p(q2_i, m2)$ 는 기기  $m2$ 의 2차 질의어들 중  $i$ 번째 질의어  $q2_i$ 의 질의어 선호도이며,  $score(d, q2_i)$ 는 후보 정보  $d$ 에 대한 2차 질의어  $q2_i$ 의 검색 점수이

다. 셋째, 식(1)로부터 계산된 검색 점수를 사용하여, 기기  $m2$ 에 상위  $k$ 개의 정보를 자동으로 제공한다.

<표 1>은 전용 기기에서의 2차 검색 알고리즘을 보인다. 여기서  $preference(c)$ ,  $collection(d)$ ,  $preference(q)$ 는 각각 컬렉션  $c$ 의 기기  $m2$ 에서의 선호도, 후보 정보  $c$ 의 컬렉션, 질의어  $q$ 의 기기  $m2$ 에서의 선호도를 의미한다.

<표 1> 전용 기기에서의 2차 검색 알고리즘

1. Algorithm.
2. Begin
3. Input
4. $championList$ : 챔피언 리스트
5. $q_{m1}$ : 기기 $m1$ 에서의 검색 질의어
6. $\delta_2$ : 컬렉션 선호도 임계치 값
7. $\delta_3$ : 질의어 선호도 임계치 값
8. $m2Collection$ : 기기 $m2$ 에서의 컬렉션 점수 집합
9. $m2Query$ : 기기 $m2$ 에서의 선호 질의어 집합
10. Output
11. $ResultSet$ : 검색 결과 집합
12. Method
13. for ( $c \in m2Collection$ )
14.     if ( $preference(c) < \delta_2$ )
15.         discard c in $m2Collection$
16. for ( $d \in championList$ )
17.     if ( $collection(d) \notin m2Collection$ )
18.         discard d in $championList$
19. for ( $q \in m2Query$ )
20.     if ( $preference(q) < \delta_3$ )
21.         discard q in $m2Query$
22. for ( $d \in championList$ )
23. $ResultSet = ResultSet \cup \{d, score(d, q_{m1}, m2)\}$
24. return $Top-K$ of $ResultSet$
25. End.

### 3.2 시나리오

본 절에서는 '지민'의 스마트홈 시나리오를 설명한다. 본 시나리오에서 '지민'은 제안 기법을 사용하여 스마트폰으로 정보를 1차 검색 후, 전용 기기인 스마트 냉장고와 스마트 TV에서 각 기기 특성과 기기 사

용 특성에 적합한 정보를 2차 검색 결과로 자동으로 제공받게 된다. 이 때 제공되는 정보의 개수는 각각 5 개라고 가정한다.

<표 2> 후보 정보

정보	컬렉션	w
c01	웹문서	0.24
c02	동영상	0.11
c03	동영상	0.22
c04	동영상	0.38
c05	음악	0.25
c06	블로그	0.21
c07	이미지	0.37
c08	블로그	0.33
c09	이미지	0.18
c10	동영상	0.17
c11	음악	0.13
c12	이미지	0.35
c13	이미지	0.23
c14	이미지	0.47
c15	동영상	0.41
c16	웹문서	0.36
c17	웹문서	0.75
c18	블로그	0.31
c19	웹문서	0.32
c20	동영상	0.14

집에서 휴식을 취하고 있는 '지민'이 주말인 오늘 무엇을 하며 설까 생각하다가 스마트폰에서 '주말'을 질의어로 입력하여 검색을 요청한다. <표 2>는 챔피언 리스트로 추출된 후보 정보를 보인다. 챔피언 리스트는 검색 효율성을 위해 검색 전 미리 계산되어진 리스트이다[16]. 본 시나리오에서는 해당 챔피언 리스트가 어떤 방법으로 만들어진 것인지에 대한 부분은 본 연구의 주제가 아니기 때문에 미리 계산되어 주어지는 것으로 가정한다. 여기서  $w$ 는 후보 정보의 중요도를 결정하는 기준 항목값으로, 임계치값  $\delta_1$  을 0.1로 가정하여 추출하였다. <표 2>에서 컬렉션은 각 정보의 분류 컬렉션을 의미한다. 본 시나리오에서는 컬

렉션이 동영상, 블로그, 웹문서, 음악, 이미지로 분류된다고 가정한다.

를 가지는 정보를 추출하여 1차 검색 결과로 제공한다. <표 3>으로부터 추출된 상위 5개의 검색 결과는 <표 4>와 같다.

<표 3> 1차 검색 점수 (스마트폰)

정보	컬렉션	w	nw	score1(주말)
c17	웹문서	0.75	0.1	0.85
c14	이미지	0.47	0.25	0.72
c18	블로그	0.31	0.34	0.65
c04	동영상	0.38	0.19	0.57
c08	블로그	0.33	0.22	0.55
c12	이미지	0.35	0.19	0.54
c15	동영상	0.41	0.12	0.53
c16	웹문서	0.36	0.15	0.51
c07	이미지	0.37	0.08	0.45
c01	웹문서	0.24	0.2	0.44
c05	음악	0.25	0.12	0.37
c19	웹문서	0.32	0.03	0.35
c20	동영상	0.14	0.2	0.34
c10	동영상	0.17	0.16	0.33
c13	이미지	0.23	0.06	0.29
c03	동영상	0.22	0.05	0.27
c09	이미지	0.18	0.07	0.25
c06	블로그	0.21	0.03	0.24
c11	음악	0.13	0.1	0.23
c02	동영상	0.11	0.01	0.12

<표 4> 1차 검색 결과(스마트폰)

정보	score1(주말)
c17	0.85
c14	0.72
c18	0.65
c04	0.57
c08	0.55

다음으로, '지민'은 스마트폰의 검색 결과를 보면서 스마트 냉장고로 이동한다. 제안 기법은, 스마트폰에서의 1차 검색과 연계하여 스마트 냉장고의 사용 특성을 고려한 2차 검색을 수행한다.

2차 검색의 1단계에서는 <표 2>의 모든 후보 정보를 대상으로, 스마트 냉장고에서 선호되는 컬렉션 정보만을 추출한다. 스마트 냉장고에서의 컬렉션 선호도는 블로그는 0.5, 동영상은 0.3, 이미지는 0.15, 웹문서는 0.05, 음악은 0 이며, 컬렉션 점수의 임계치값  $\delta_2$  를 0.1 로 가정한다. 컬렉션 점수가 0.1 이상인 컬렉션은 블로그, 동영상, 이미지로, <표 2>의 후보 정보 중 웹문서, 음악 컬렉션에 속한 정보를 제외한 정보만을 추출한다.

2차 검색의 2단계에서는, 1차 검색에서 입력된 질의어 '주말' 이외에 스마트 냉장고에서 선호되는 2차 질의어를 추가하여 검색 점수를 계산한다. 본 시나리오에서는 스마트 냉장고에서 사용된 질의어 중 선호도값이 임계치값 0.1 이상인 질의어로 '레시피'와 '메뉴'가 추출되며, 각 질의어에 대한 선호도값은 각각 0.7, 0.2 라고 가정한다.

<표 5>는 2차 검색 후보 정보를 보인다. <표 5>에서 score1(주말)은 각 후보 정보에 대한 1차 질의어 '주말'의 검색 점수이며, score(레시피)와 score(메뉴)는 2차 질의어 '레시피'와 '메뉴'에 대한 검색 점수이다.

우선, 범용 기기인 스마트폰을 이용한 1차 검색 단계가 수행된다. 첫째, <표 2>의 후보 정보를 대상으로 검색 점수 score1을 계산한다. <표 3>은 검색 후보 정보에 대한 검색 점수를 보인다. 본 시나리오에서는 검색 점수 score1을 계산하는 방법을 단순화하여  $w + nw$  로 계산되는 것으로 가정한다. 여기서 nw는 검색 점수를 계산하는 구성 항목 중 w를 제외한 항목값을 나타낸다. 본 논문에서 검색 점수를 계산하는 방법을 단순화한 이유는 해당 방법이 본 논문에서 제안하는 연구의 주제가 아니기 때문이다. 따라서, 해당 방법이 외에도, 기존 연구들에서 진행된 다른 계산 방법을 적용하는 것도 가능하다.

둘째, 계산된 검색 점수 중 상위 5개의 검색 점수

<표 5> 2차 검색 점수 (스마트 냉장고)

정보	컬렉션	score(주말)	score(레시피)	score(메뉴)	dscore
c18	블로그	0.65	0.43	0	0.24
c08	블로그	0.55	0.15	0	0.16
c10	동영상	0.33	0.85	0	0.14
c06	블로그	0.24	0.24	0.22	0.11
c15	동영상	0.53	0.30	0	0.11
c04	동영상	0.57	0	0.64	0.10
c20	동영상	0.34	0.19	0	0.07
c14	이미지	0.72	0.15	0.23	0.07
c12	이미지	0.54	0	0.30	0.04
c03	동영상	0.27	0	0	0.04
c07	이미지	0.45	0.12	0	0.04
c09	이미지	0.25	0	0.75	0.03
c13	이미지	0.29	0	0.44	0.03
c02	동영상	0.12	0.02	0	0.02

<표 6> 2차 검색 결과 (스마트 냉장고)

정보	dscore
c18	0.24
c08	0.16
c10	0.14
c06	0.11
c15	0.11

식 (1)에 의해 2차 검색 단계에서의 검색 점수 dscore를 계산한다. 본 시나리오에서는 식 (1)의  $\alpha$ 값을 0.5로 설정하여 계산한다. <표 6>은 <표 5>로부터 계산된 2차 검색 단계에서의 검색 점수 중 상위 5개의 검색 점수를 가지는 정보만을 추출한 2차 검색 결과를 보인다.

이제 '지민'은 <표 4>의 스마트폰 검색 결과를 보면서 스마트 TV를 켜다. 2차 검색의 1단계로 <표 2>의 모든 후보 정보를 대상으로, 스마트 TV에서 선호되는 컬렉션 정보만을 추출한다. 본 시나리오에서는 스마트 TV에서의 컬렉션 선호도가 임계치값 0.1 이상인 컬렉션으로는 동영상만이 존재한다고 가정한다.

이에 따라, <표 2>의 후보 정보 중 동영상 컬렉션에 속한 정보만을 추출한다.

2차 검색의 2단계에서는, 스마트 TV에서 선호되는 2차 질의어를 추가하여 검색 점수를 계산한다. 본 시나리오에서는, 선호도값이 임계치값 0.1 이상인 질의어로 선호도값 0.8인 '영화'가 추출된다고 가정한다.

<표 7>은 스마트 TV에서의 2차 검색 후보 정보로, score(영화)는 각 후보 정보에 대한 스마트 TV의 2차 질의어 '영화'에 대한 검색 점수이다. <표 8>은 <표 7>로부터 계산된 2차 검색 검색 점수 dscore 중 상위 5개의 검색 점수를 가지는 정보만을 추출한 스마트 TV에서의 2차 검색 결과이다.

<표 7> 2차 검색 점수 (스마트 TV)

정보	컬렉션	score(주말)	score(영화)	dscore
c10	동영상	0.33	0.61	0.33
c15	동영상	0.53	0.32	0.31
c04	동영상	0.57	0.07	0.25
c20	동영상	0.34	0.27	0.22
c03	동영상	0.27	0.22	0.18
c02	동영상	0.12	0.38	0.17

<표 8> 2차 검색 결과(스마트 TV)

정보	dscore
c10	0.33
c15	0.31
c04	0.25
c20	0.22
c03	0.18

제안 기법의 검색 결과를 기존 기법의 검색 결과와 비교하면 다음과 같다. 범용 기기인 스마트폰에서는 제안 기법과 기존 기법 모두 <표 4>와 동일한 검색 결과를 보인다. 그러나, 전용 기기에서는 제안 기법과 기존 기법의 검색 결과가 달라진다. 즉, 기존 기법에서는 스마트 냉장고와 스마트 TV에서도 스마트폰에서의 검색 결과와 동일한 결과인 <표 4>의 검색 결과

가 나타난다. 이에 비해, 제안 기법에서는 전용 기기의 특성에 따라 <표 6>, <표 8>과 같은 검색 결과를 보인다.

본 시나리오를 이용하여, 제안 기법의 정확성과 효율성을 기존 기법과 비교한다. 이 때, 범용 기기인 스마트폰에서의 검색 기법은 제안 기법과 기존 기법이 모두 동일하므로 본 논문에서는 전용 기기에서의 2차 검색 기법만을 서로 비교한다.

우선, 제안 기법의 정확성을 기존 기법과 비교하면 다음과 같다. 첫째, 스마트 냉장고에서의 검색 결과를 비교한다. 우선, 기존 기법의 검색 결과 <표 4>에서는 가장 상위 결과로 나타난 정보 c17과 c14가 제안 기법에서는 상위 5개의 검색 결과로 나타나지 않는다. 이는 정보 c17과 c14가 스마트 냉장고에서는 선호도가 낮은 웹문서와 이미지 정보이기 때문이다. 다음으로, 기존 기법의 검색 결과에는 나타나지 않는 정보 c10과 c06이 제안 기법에서는 검색 결과로 나타난다. 이는 정보 c10과 c06이 스마트 냉장고에서 선호 질의어로 추가된 '레시피'와 '메뉴'에 대해 높은 검색 점수를 보이며, 스마트 냉장고에서 선호되는 동영상과 블로그 정보이기 때문이다.

둘째, 스마트 TV에서의 검색 결과를 비교한다. 우선, 기존 기법의 검색 결과 <표 4>에서는 가장 상위 결과로 나타난 정보 c17, c14, c18, c08이 제안 기법에서는 검색 결과로 나타나지 않는다. 이는 해당 정보가 스마트 TV에서는 선호도가 낮은 웹문서, 이미지, 블로그 정보이기 때문이다. 다음으로, 기존 기법의 검색 결과에는 나타나지 않는 정보 c10, c20, c03이 제안 기법에서는 검색 결과로 나타난다. 이는 해당 정보가 스마트 TV에서 선호 질의어로 추가된 '영화'에 대해 높은 검색 점수를 보이며, 스마트 냉장고에서 선호되는 동영상 정보이기 때문이다.

즉, 제안 기법은 스마트폰과 같은 범용 기기에서의 1차 검색과 연계되면서도 전용 기기의 사용 특성을 반영한 검색 결과를 제공하기 때문에, 기존 기법에

비해 검색 결과의 정확성이 더 높음을 알 수 있다. 기존 기법과 제안 기법의 5개 검색 결과 중 동일한 검색 결과로 나타나는 정보의 개수는 스마트 냉장고와 스마트 TV에서는 각각 2개와 1개로, 기존 기법이 제안 기법에 비해 각각 40%, 20%로 낮은 정확도를 보인다.

다음으로, 제안 기법의 검색 효율성을 기존 기법과 비교하면 다음과 같다. 이를 위해, 스마트 냉장고와 스마트 TV에서 검색 점수를 계산하기 위해 액세스한 정보의 개수를 사용한다. 본 시나리오에서는, 스마트 냉장고에서는 기존 기법은 <표 3>, 제안 기법은 <표 5>이고, 스마트 TV에서는 기존 기법은 <표 3>, 제안 기법은 <표 7>에서 나타난 정보의 개수를 의미한다. <표 3>의 20개의 정보를 액세스하는 기존 기법과 비교할 때, 제안 기법에서는 <표 5>와 <표 7>에서 나타난 14개, 6개 정보만을 액세스하여 각각 0.7배, 0.3배로 액세스 개수가 줄어들어 기존 기법보다 효율적임을 알 수 있다.

#### IV. 결론

최근 스마트폰 사용이 일상의 중심으로 자리 잡으면서, 스마트폰에서 정보를 검색하는 사용자가 크게 증가하고 있다. 또한 사물 인터넷 기술의 발전으로 스마트폰과 다양한 스마트 기기들을 서로 연계하여 사용하는 사용자도 함께 증가하고 있다. 그러나, 기존의 연구는 스마트폰과 같은 단일 기기 중심의 검색에 집중되어 있어 다중 기기 환경에 적합한 검색 기법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 다중 기기를 연계하여 사용하는 환경에서 기기 특성과 기기 사용 특성을 활용한 새로운 top-k 검색 기법을 제안하였다. 제안 기법은 범용 기기를 사용한 1차 검색 후, 전용 기기를 사용한 2차 검색이 이루어질 때 효과적이다. 2차 검색에서는 전용



기기의 특성과 기기 사용 특성 및 1차 검색과의 연계를 고려한 검색이 이루어진다.

본 논문에서는 다중 기기 환경에서 1차 검색과 2차 검색으로 이루어지는 새로운 검색 기법을 제안하고 알고리즘을 기술하였다. 다음으로, 제안한 검색 기법을 스마트 홈 시나리오에 적용하여 설명하였다. 시나리오 적용 결과, 제안 기법이 기존의 검색 기법에 비해 다중 기기 환경에서 보다 정확하고 효율적으로 검색이 이루어짐을 보였다.

## 참고문헌

- [1] 김성림·권준희, “사물인터넷에서 소셜 네트워크 사용자 친밀도를 이용한 점진적 검색 기법,” 디지털산업정보학회 논문지 제14권 제3호, 2018, pp.1-10.
- [2] Alberto Monge Roffarello, and Luigi De Russis, “Coping with Digital Wellbeing in a Multi-Device World,” Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2021, pp.1-14.
- [3] 방송통신위원회, 2020 방송매체 이용행태 조사, 2020. p.142.
- [4] 김주용·김성우, “다중기기 환경에서 목적에 따른 연계 이용 행태에 관한 연구,” 기초조형학연구 제17권 제6호, 2016, pp.127-137.
- [5] C. Indhu, S. Sivakumari, and R. Praveena Priyadarshini, “Information Retrieval System for Internet of Things: A Survey,” A world Scientific News An International Scientific Journal, EISSN 2392-2192, 2016, pp.91-97.
- [6] Chiu C. Tan, Bo Sheng, Haodong Wang, and Qun Li, “Microsearch: A Search Engine for Embedded Devices Used in Pervasive Computing,” ACM Transactions on Embedded Computing Systems Vol.9, Issue 4, 2010, pp.1-29.
- [7] Feng Zhao, Zheng Sun, and Hai Jin, “Topic-centric and semantic-aware retrieval system for internet of things,” Information Fusion, Vol.23, 2015, pp.33-42.
- [8] William Grant Hatcher, Cheng Qian, Weichao Gao, Fan Liang; Kun Hua, and Wei Yu, “Towards Efficient and Intelligent Internet of Things Search Engine,” IEEE Access, Vol.9, 2021, pp.15778-15795.
- [9] Yukun Zheng, Jiabin Mao, Yiqun Liu, Cheng Luo, Min Zhang, and Shaoping Ma. “Constructing Click Model for Mobile Search with Viewport Time,” ACM Transactions on Information Systems, Vol.37, Issue 4, 2019, pp.1-34.
- [10] Andrej Miklosik, Nina Evans, and Stefan Zak, “Research on Cross-Session and Cross-Device Search: A Systematic Literature Review,” IEEE Access, Vol. 9, 2021, pp.82550-82562.
- [11] Shuguang Han, Daqing He, and Yu Chi, “Understanding and modeling behavior patterns in cross-device Web search,” Proceedings of the Association for Information Science and Technology, Vol. 54, No.1, 2017, pp.150-1587.
- [12] Dan Wu, Jing Dong, Yuan Tang, and Rob Capra, “Understanding task preparation and resumption behaviors in cross-device search,” Journal of the Association for Information Science and Technology, Vol.71, No.8, 2020, pp.887-901.
- [13] Luigi Atzoria, Antonio Ierab, and Giacomo Morabitoc, “The Internet of Things: A survey,” Computer Networks, Vol.54, No.15, 2010,

pp.2787-2805.

[14] 서두욱·이동호, “사물인터넷 환경에서 CoAP 기반의 저전력, 신뢰성 향상을 위한 경량 프로토콜,” 디지털산업정보학회 논문지, 제15권, 제1호, 2019, pp.21-28.

[15] Frederik Brudy, Joshua Kevin Budiman, Steven Houben, and Nicolai Marquardt, “Investigating the Role of an Overview Device in Multi-Device Collaboration,” Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2018, pp.1-13.

[16] Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, and Hinrich Schütze, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press, 2008.

[17] 임경규·조희준·이구연, “컬렉션 랭킹 기술 기반의 PC/모바일 검색 의도 차이 연구,” 한국IT서비스학회 학술대회 논문집, 2016, pp.280-284.

[18] 안인희·배병환·송은지·이혜림·송동현, “인터넷 플랫폼 중립성에 관한 정책연구,” 한국인터넷진흥원, 2015.12.

논문 접수일	: 2021년 7월 20일
수정 일(1차)	: 2021년 8월 26일
수정 일(2차)	: 2021년 8월 30일
게재 확정일	: 2021년 9월 10일

■ 저자소개 ■



권준희  
Kwon, Joon Hee

2003년 3월~현재  
경기대학교 AI컴퓨터공학부 교수  
2002년 숙명여자대학교 컴퓨터과학과  
(이학박사)  
1994년 숙명여자대학교 전산학과 (이학석사)  
1992년 숙명여자대학교 전산학과(학사)  
관심분야 : 사물 인터넷, 정보 검색, 소셜  
네트워크 서비스, 공간  
데이터베이스  
E-mail : kwonjh@kyonggi.ac.kr