

<http://dx.doi.org/10.7236/JIWIT.2012.12.3.43>

JIWIT 2012-3-7

개인 맞춤형 메시지 신디케이션을 위한 타겟팅 알고리즘

Targeting Algorithm for Personalized Message Syndication

김남윤*

Namyun Kim

요약 모바일 마케팅의 효과를 극대화하기 위해서는 타겟팅을 통한 개인 맞춤형 메시지 전달이 중요하다. 본 논문에서는 타겟 조건에 부합하는 고객을 실시간으로 결정하는 알고리즘을 제시한다. 중간 매개체인 프록시 서버는 데이터베이스에 고객 프로필(성별, 연령, 지역 등)과 이를 요약한 정수 값을 저장하고 있다. 기업이 메시지 신디케이션할 경우, 프록시 서버는 부울식으로 표현된 타겟 조건을 정수 값으로 매핑한 후 고객 프로필 요약 값과 비교함으로써 효율적으로 고객을 결정한다. 따라서 고객이 수백만 명이상의 대규모 시스템에서 “타겟 조건” 검사가 실시간으로 이루어질 수 있고 기존의 데이터 베이스와 쉽게 연동이 가능하기 때문에 효율적으로 개인화된 메시지 전달이 가능하다.

Abstract Personalized message syndication is an important process for maximizing the effect of mobile marketing. This paper proposes an algorithm for determining clients satisfying target conditions in real-time. The proxy server as an intermediate node stores client profiles (gender, age, location, etc) and their respective summaries into a database. When a company syndicates messages at run time, the proxy server maps target conditions expressed by boolean expressions to integer value and determines target clients by comparing target value with profile summary. Thus, this approach provides efficient personalized message syndication in very large systems with millions of clients because it can determine target clients in real-time and work with a traditional database easily.

Key Words : 모바일 마케팅, 개인화된 메시지 신디케이션, 타겟팅 알고리즘, 정수 매핑, DNF 변환

1. 서론

개인과 기업, 기업과 기업간의 소통 방식은 지속적으로 변화해 오고 있다. 즉, 기존 4대 매체(TV, 라디오, 신문, 잡지)에서 인터넷에 기반한 홈페이지와 소셜 네트워크 서비스, 모바일 메시지 서비스와 같은 새로운 서비스들이 등장하였다. 향후에도 이러한 소통 방식이 널리 사

용되겠지만, 개인화된 정보에 대한 요구도 증가할 것으로 예상된다. 즉, 사용자는 스팸이 아니라 관심있는 기업의 새로운 제품 정보, 이벤트 등을 지속적으로 제공받기를 원할 것이다.

지금까지 기업은 SMS, Email을 이용하여 홍보 및 안내 메시지를 전송하고 있다. 이를 위하여 기업은 고객 목록을 자체적으로 유지해야 있고 고객의 성향이나 프로파

*정회원, 한성대학교 정보시스템공학과
접수일자 2012.5.1, 수정완료 2012.6.1
게재확정일자 2012.6.8.

Received: 1 May, 2012, Revised: 1 June, 2012

Accepted: 8 June, 2012

*Corresponding Author: nykim@hansung.ac.kr

Dept. of Information System Engineering, Hansung University, Korea

일을 고려하지 않은 채 불특정 다수에게 전송하고 있다. 따라서 스팸으로 인식되어 메시지 주목도와 수신율이 점차 떨어지고 있다. 한편, RSS(Really Simple Syndication)^[1]와 같은 콘텐츠 신디케이션은 뉴스나 블로그를 고객에게 전달하는 방법으로서 사용자가 관심 분야의 사이트를 직접 방문하지 않고도 새로운 콘텐츠를 수신할 수 있는 정보 채널이라고 할 수 있다. RSS 관련 프로그램을 이용함으로써 콘텐츠의 자동 수집이 가능하기 때문에 최신 정보를 한 곳에서 조화가 가능한 장점이 있다. 그러나 RSS는 기업의 이벤트와 홍보 메시지를 실시간으로 전달하기 어렵고 고객의 프로파일에 따른 타겟팅이 불가능한 단점이 존재한다.

최근 스마트폰과 태블릿 PC와 같은 스마트 디바이스가 급속히 보급되고 있다^[2,3]. 이러한 스마트 디바이스는 일반 가전 제품과 달리 개인용 기기로서 프로파일이나 위치 정보에 기반한 개인화된 환경을 제공한다. 특히 스마트 디바이스의 “메시지 서비스”는 제품 정보나 이벤트 정보에 대한 푸쉬(push)가 가능하기 때문에 실시간 전달이 가능하다. 본 논문에서는 스마트 디바이스상에서 메시지 전송시 고객의 연령, 위치, 성별 등에 따라 고객을 세분화하여 전송할 수 있는 개인화된 메시지 신디케이션(PMS: Personalized Message Syndication) 기법을 제안한다.

PMS가 효율적으로 동작하기 위해서는 기업의 타겟 조건을 만족하는 고객을 실시간으로 결정해야 한다. 특히 회원이 수백만 명이 넘는 대규모 시스템에서 각 고객에 대해 모든 타겟 조건을 일일이 검사한다면 고객 선정에 많은 시간이 소요되기 때문에 효율적인 고객 선정 방법이 요구된다. 지금까지 고객의 프로파일을 바탕으로 타겟 고객을 선정하기 위해 다양한 알고리즘^[4,5,6]이 개발되어 왔다. 기존 방법은 일반적이고 복잡한 타겟 조건을 만족시키기 위해 다양한 자료 구조와 알고리즘을 개발하였다. 그러나 이러한 접근 방법은 추가적인 모듈 개발을 요구하고 기존 데이터베이스와의 연동이 어려운 단점이 있다. 본 논문에서는 타겟 조건과 고객의 프로파일을 단순히 정수로 매핑하여 비교하기 때문에 효율적이면서 기존 데이터베이스와의 연동이 가능한 방법을 제안한다.

본 논문에서 제안한 PMS 기법의 기대 효과는 다음과 같다. 첫째, 기업은 고객의 성향에 맞는 메시지를 전송할 수 있기 때문에 실시간 타겟 마케팅이 가능하다. 둘째, 고객은 기업으로부터 최신의 정보를 실시간으로 받을 수

있다. 고객은 웹 사이트를 방문하여 원하는 정보를 찾을 필요가 없이 최신의 맞춤형 정보를 자동으로 수신할 수 있다. 셋째, 기술적인 측면에서 별도의 추가적인 알고리즘 구현 없이 기존의 데이터 베이스와의 연동을 통해 쉽게 타겟 고객을 선정할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 개인화된 메시지 신디케이션 시스템의 구성을 설명하고 3절에서는 고객 프로파일과 타겟 조건을 비교하여 실시간으로 타겟 고객을 결정하는 알고리즘을 제안한다. 그리고 4절에서는 타겟팅 알고리즘의 복잡도에 대해 기술하고 5절에서 향후 연구와 함께 결론을 맺는다.

II. 개인화된 메시지 신디케이션의 시스템 모델

1. 메시지의 정의

그림 1은 본 논문에서 정의한 메시지의 형식을 보여주고 있다.



그림 1. 메시지의 구성요소
Fig. 1. Message Components

- 종류: ‘Unicast’ 메시지는 대상자가 한 명이고, ‘Multicast’ 메시지는 대상자가 두 명 이상인 메시지를 나타낸다.
- 발신자, 수신자: GUID(Globally Unique Identifier)는 글로벌하게 구분할 수 있는 식별자로서 전화번호, Email 주소 등이다.
- 타겟 조건: 메시지를 수신할 타겟 고객에 대한 정보로서 고객 속성들(성별, 연령, 지역 등)을 논리 연산자를 이용하여 표현한다. 즉, 타겟 조건은 논리 곱(\wedge), 논리 합(\vee) 연산자를 이용한 부울식(Boolean Expression)으로 표현하는데, 예를 들면 30대 혹은 40대 남성은 “(성별=남성) \wedge (연령=30대 \vee 연령 =40대)”로 표현할 수 있다.

- 콘텐츠: 메시지의 몸체(body)로서 문자, 이미지, 위치 정보, 음성 등을 포함할 수 있다.

2. 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 PMS는 타겟 조건을 만족하는 고객을 세분화하여 메시지를 전달하는 시스템으로서 맞춤형 모바일 마케팅 도구이다. 그림 2는 기업에서 발송한 멀티 캐스트 메시지를 개인 맞춤형 메시지로 변환한 후 고객에게 전송하는 시스템의 구성을 보여주고 있다. 시스템의 구성 요소로서는 멀티 캐스트 메시지를 전송하는 기업 및 공공기관, 메시지를 수신하는 고객, 그리고 고객 목록 및 프로파일(성별, 연령, 지역 등)을 유지하면서 메시지의 전달을 담당하는 프록시 서버가 존재한다. 고객은 스마트 디바이스 플랫폼(iOS^[7], 안드로이드^[8])에서 구동되는 독립적인 앱(app)을 이용하여 메시지를 수신한다.

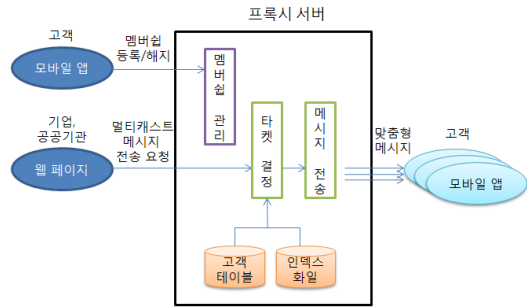


그림 2. 개인 맞춤형 메시지를 전달하는 시스템 모델
Fig. 2. System Model of Personalized Message Syndication

III. 모바일 고객 타겟팅 알고리즘

1. 정수 매핑기

고객 테이블에 저장된 프로파일은 ‘속성의 논리곱’으로 표현되는데 정수 값으로 매핑된다. 또한 타겟 조건은 ‘논리곱(conjunction)을 논리합(disjunction)’으로 연결한 DNF(Disjunctive Normal Form)으로 표현되는데, 논리곱을 정수로 매핑함으로써 정수의 집합으로 변환된다. 본 절에서는 논리곱으로 표현된 부울식(boolean expression)을 정수로 매핑하는 방법에 대해 기술한다.

본 논문에서의 ‘정수 매핑기’는 논리곱으로 표현된 부울식 b_k 를 하나의 정수 k 로 매핑한다. 즉, 정수 매핑기는 $f: b_k \rightarrow k$ 와 같이 표현된다. 여기서 논리곱 부울식 b_k 는 $(a_1 = v_1) \wedge (a_2 = v_2) \wedge \dots \wedge (a_n = v_n)$ 이며 k 는 정수이다. 여기서 a_i 는 속성이며, v_i 는 속성 값이다.

‘정수 매핑기’는 내부적으로 시스템에 의해 정의된 코드 테이블을 이용한다. 코드 테이블은 각 속성 a_k 에 대한 2진수 값을 가지고 있으며 그림 3은 성별, 연령, 지역 속성에 대한 코드 테이블의 예를 보여 주고 있다.

| 성별 | 코드 | 연령 | 코드 | 지역 | 코드 |
|----|----|-----|-----|----|-----|
| 남성 | 0 | 10대 | 001 | 서울 | 000 |
| 여성 | 1 | 20대 | 010 | 수원 | 001 |
| | | 30대 | 011 | 대구 | 010 |
| | | 40대 | 100 | 광주 | 011 |
| | | 50대 | 101 | 제주 | 100 |
| | | 60대 | 110 | | |
| | | 70대 | 111 | | |

그림 3. 고객 속성에 대한 코드 예제
Fig. 3. Code Example for Client Attributes

세부적인 멀티 캐스트 메시지 전송 과정은 다음과 같다.

- 1) 멤버십 관리: 고객은 모바일 앱을 이용하여 기업에 대한 멤버십을 등록 및 해지할 수 있다. 또한 고객은 현재 위치, 관심 사항, 활동 내역과 같은 프로파일을 동적으로 업데이트할 수 있다. 변경 내용은 고객 테이블과 인덱스 파일에 반영된다.
- 2) 타겟 고객 결정: 기업은 프록시 서버에게 멀티캐스트 메시지의 전송을 요청한다. 프록시 서버는 멀티캐스트 메시지에 포함된 ‘타겟 조건’을 검사하여 전송할 고객을 실시간으로 결정한다. 내부적으로 프록시 서버는 ‘타겟 조건’을 정수 값으로 매핑한 후, 이 값을 가진 고객을 찾기 위해 고객 테이블을 조회한다. 고객 테이블에는 프로파일을 요약한 정수 값이 저장되어 있다. 따라서 타겟 조건에 해당되는 정수 값과 고객의 프로파일에 해당되는 정수 값을 비교함으로써 빠르게 검색이 가능하다. 한편, 조회에 소요되는 시간을 줄이기 위해 고객의 프로파일 값에 대한 인덱스 파일을 이용할 수 있다.
- 3) 메시지 전송: 프록시 서버는 타겟 고객을 결정 후, 유니 캐스트 메시지를 새로이 구성하여 개인용 우편함에 저장한 후, 고객에게 푸쉬를 전송한다. 고객은 푸쉬를 받은 후, 프록시 서버에 접속하여 메시지를 수신한다.

‘정수 매핑기’의 세부적인 절차는 다음과 같다.

- 1) 논리곱 부울식 b_i 에 포함된 속성 값 v_i 에 대해, 2진 수 코드 c_i 를 할당한다. 결국, 부울식 b_i 는 순서 집합(ordered set) $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ 으로 변환된다. 예를 들어, 그림 3의 코드 테이블을 이용할 경우, [(성별='여성') \wedge (연령='20대') \wedge (지역='서울')] 부울식은 {1, 010, 000}과 같이 표현된다.
- 2) 시스템에서 정의된 함수 f 를 이용하여 b_i 에 대한 코드 집합 $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ 을 하나의 정수 k 로 매핑한다. 함수 f 는 서로 다른 코드 집합에 대해서 항상 다른 정수 k 를 생성할 수 있는 임의의 함수이다. 함수 f 의 전형적인 예로서 비트 집합 함수 CONCAT를 들 수 있다. 코드 값 $c_1 = 01, c_2=010, c_3=000$ 일 때 비트 집합 함수 CONCAT는 다음과 같다.

$$\text{CONCAT}(01, 010, 000) = "01010000"_2 = 80_{10} \quad (1)$$

2. 고객의 프로파일

고객의 프로파일은 ‘성별/나이/지역’과 같은 정적인 속성과 ‘위치/관심분야/활동 내역’과 같은 동적인 속성을 포함한다. 특히 동적인 속성은 응용 프로그램에 의해 혹은 고객에 의해 실시간으로 변경되어 데이터베이스에 저장된다. 프로파일은 현재 시점에서 고객의 모든 성향 및 특징을 나타내고 있기 때문에 논리곱으로 구성된 부울식으로 표현될 수 있다. 예를 들어 서울에 거주하는 20대 여성은 [(성별='여성') \wedge (연령='20대') \wedge (지역='서울')]로 표현된다.

타겟 마케팅에서는 고객 프로파일과 타겟 조건의 매칭 여부를 통해 고객을 선정한다. 이 때 각각 부울식으로 표현된 고객 프로파일과 타겟 조건을 비교한다면 추가적인 자료 구조와 알고리즘이 필요하며 수행 시간이 길어지는 단점이 있다. 특히, 수백만 명 이상의 회원에 대해 비교한다면 실시간 검색이 불가능하다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 고객의 프로파일을 하나의 정수 값으로 매핑한 후, 고객 테이블의 새로운 속성으로 저장한다.

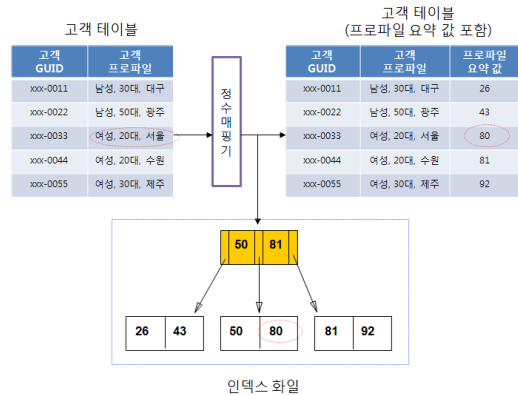


그림 4. 프로파일 요약 값을 포함한 고객 테이블과 인덱스 파일

Fig. 4. Client Table with Profile Summary, and Index File

그림 4에서 각각의 프로파일은 ‘정수 매핑기’를 통해 ‘프로파일 요약 값’으로 변환되어 고객 테이블의 독립된 속성으로 저장된다. 또한 검색의 속도를 증가시키기 위해 프로파일 요약 값에 대한 인덱스 값을 별도로 생성한다. 결국, 고객의 프로파일을 정수 매핑을 통해 하나의 속성을 생성하여 고객 테이블에 저장하고 인덱스를 통해 쉽게 검색이 가능한 구조를 생성하게 된다. 만약 타겟 조건을 정수로 매핑한다면 인덱스를 통해 효율적으로 타겟 고객을 선정하는 것이 가능하다.

3. 타겟 고객 결정 방법

기업이 지정한 타겟 조건 T 는 DNF(Disjunctive Normal Form) 부울식으로 표현된다. DNF 부울식은 “논리곱을 논리합으로 연결한 부울식”이며 임의의 부울식은 드모르강 법칙, 분배 법칙을 통해 DNF로 변환이 가능하다^[9,10]. 예를 들어 “서울에 거주하는 20~30대 여성” 부울식은 아래와 같이 DNF로 표현이 가능하다.

$$T = b_1 \vee b_2 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{여기서 } b_1 &= [(성별=여성) \wedge (연령=20대) \wedge (지역=서울)], \\ b_2 &= [(성별=여성) \wedge (연령=30대) \wedge (지역=서울)] \end{aligned}$$

이러한 타겟 조건은 정수의 집합으로 매핑하는데, 상세한 단계는 다음과 같다.

1) 타겟 조건의 구성 요소인 논리곱 부울식 b_k 가 모든 속성을 포함하도록 변환한다. 예를 들어 세 가지 고객 속성 a_1, a_2, a_3 가 존재하고 $b_k = [(a_1=v_{1,1}) \wedge (a_2=v_{2,1})]$ 과 같다고 가정하자. 그리고 a_3 는 $v_{3,1} \sim v_{3,n}$ 까지의 값을 가진다고 가정하자. 부울식 b_k 에는 a_3 가 포함되어 있지 않으므로 다음과 같이 변환한다.

$$b_k = [((a_1=v_{1,1}) \wedge (a_2=v_{2,1}) \wedge (a_3=v_{3,1})) \vee ((a_1=v_{1,1}) \wedge (a_2=v_{2,1}) \wedge (a_3=v_{3,2})) \vee \dots \vee ((a_1=v_{1,1}) \wedge (a_2=v_{2,1}) \wedge (a_3=v_{3,n}))] \quad (3)$$

결국, b_k 역시 DNF 부울식으로 표현됨을 알 수 있다.

2) 타겟 조건 T에 있는 모든 논리곱 부울식을 ‘정수 매핑기’를 이용하여 정수 값 k로 매핑한다. 결국, 타겟 조건 $T = \{ k_1, k_2, \dots, k_n \}$ 으로 표현된다.

그림 5는 타겟 조건이 주어졌을 때 고객을 선정하는 과정을 보여주고 있다. 시스템 데이터 베이스에는 고객 테이블과 인덱스 화일이 저장되어 있다. 고객 테이블에는 프로파일을 요약한 정수 값이 저장되어 있고 인덱스 화일에는 프로파일 값에 대한 인덱스가 저장되어 있다. 따라서 타겟 조건 T를 DNF 변환과 정수 매핑을 통해 정수의 집합으로 변환한 후, 데이터 베이스를 검색함으로써 효율적으로 타겟 고객을 선정할 수 있다.

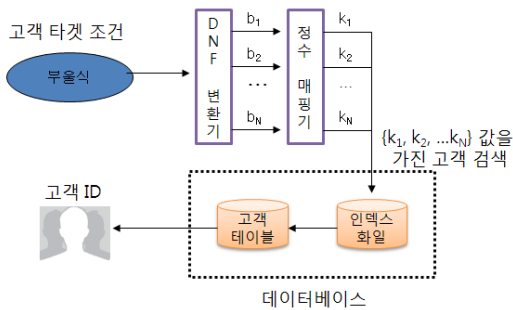


그림 5. 타겟 고객 선정 과정
Fig. 5. Process of Targeting Clients

4. 멀티 캐스트 메시지 전송 예시

아래 그림 6은 멀티 캐스트 메시지 발송시 프록시 서버의 모듈과 흐름을 보여주고 있다. 프록시 서버는 타겟

속성 “(성별=여성) \wedge (연령=20대)”를 그림 3에 정의된 코드 테이블을 활용하여 80에서 87까지의 숫자로 매핑한다. 이 예제에서는 “지역” 속성이 명시되어 있지 않으므로 모든 지역을 포함하였다. 타겟 조건 값은 고객 테이블에 있는 프로파일 값과 비교하여 최종 타겟 고객을 생성한다. 아래 그림에서는 GUID가 xxx-0033, xxx-0044가 선택되었다. 마지막으로 “unicast” 메시지로 변환한 후 고객의 우편함에 저장하고 푸쉬를 보낸다. 추후 고객은 프록시 서버에 접속하여 메시지를 수신한다.

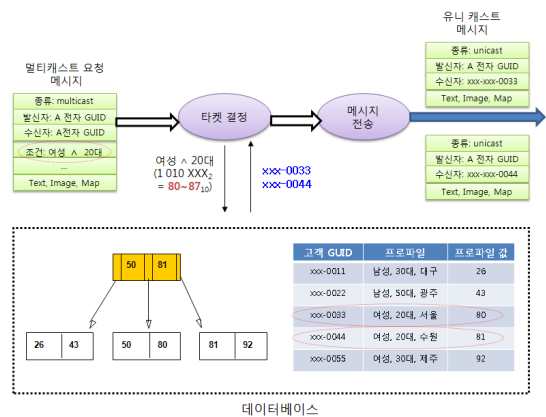


그림 6. 멀티 캐스트 메시지 전송 과정
Fig. 6. Process of Transferring Multicast Messages

IV. 타겟 조건 질의 및 분석

1. 타겟 조건 질의문

관계형 데이터 베이스를 검색하는 표준 언어로서 SQL^[11]은 데이터베이스에서 가장 널리 사용되고 있다. ‘SELECT FROM WHERE’ 구조로서 관계 사상을 기초로 한다. SQL을 활용한 타겟 검색 과정은 다음과 같다. 고객 식별자 “guid”, 프로파일인 “gender”, “age”, “address”, 프로파일에 대한 요약은 나타내는 정수 값 “profile_summary” 컬럼을 가진 고객 테이블이 있을 때 테이블 생성은 다음과 같다.

```
// 테이블 생성
CREATE TABLE client_table (
    guid INT(11) unsigned not null
    auto_increment primary key,
```

```
gender CHAR(1) DEFAULT 'M',
age TINYINT unsigned DEFAULT 0,
address VARCHAR(200),
profile_summary INT(11) unsigned
);
```

한편, “profile_summary”에 대한 인덱스는 다음과 같이 생성할 수 있다.

```
// Index 생성
CREATE INDEX profile_index
ON client_table (profile_summary);
```

만약 멀티 캐스트 메시지에 포함된 타겟 조건이 {100, 110, 120} 인 경우와 {100~120} 사이의 범위인 경우 해당 되는 질의문은 다음과 같이 표현할 수 있다.

```
// 타겟 고객 검색
SELECT guid FROM client_table
WHERE profile_summary IN (100, 110, 120);

// 범위 검색
SELECT guid FROM client_table
WHERE profile_summary BETWEEN 100 AND 120;
```

본 논문의 타겟 고객 결정 방법은 추가적인 알고리즘의 구현없이 기존 데이터 베이스와의 연동을 통해 쉽게 구현할 수 있는 장점이 있다.

2. 타겟 조건 질의 복잡도 분석

런타임시 타겟 조건을 만족하는 고객을 결정하는데 소요되는 시간은 세 가지 요소로 구성된다(그림 5 참조).

- 1) DNF로 변환: 임의의 부울식을 DNF로 변환하는데 걸리는 시간이다. 최악의 경우 지수적인(exponential) 복잡도를 가진다^[9]. 예를 들어 $[(a_1=v_{1,1} \vee a_1=v_{1,2}) \wedge (a_2=v_{2,1} \vee a_2=v_{2,2}) \wedge \dots \wedge (a_n=v_{n,1} \vee a_n=v_{n,2})]$ 과 같이 두 개의 속성 값을 가진 n개의 속성이 있을 경우 2^n 개의 논리곱으로 구성된다. 그러나 프로파일의 속성이 10 개 이하인 경우가 대부분이므로 DNF 변환에 큰 시간이 소요

되지 않는다.

- 2) 정수 매핑: 각 논리곱에 대해 O(1)의 시간이 소요된다. DNF에서 논리곱이 n 개 있을 경우 O(n) 시간이 소요된다.
- 3) 인덱스 검색: 데이터베이스의 인덱스는 일반적으로 B 트리^[12]로 구성된다. 회원 수를 n 명이라고 할 때 O(log n)의 시간이 소요된다. 따라서 수백만 명 이상의 대규모 시스템이라 하더라도 인덱스를 통해 고객을 검색하는데 효율적이라고 할 수 있다.

결론적으로 프로파일이 수십 개 이하이고 회원 수가 수백만 명이상이 경우에는 효율적으로 고객을 선정할 수 있음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서는 수백 만명 이상의 고객을 가진 시스템에서 타겟 고객을 결정하는 알고리즘을 제안하였다. 고객 프로파일과 타겟 조건을 각각 정수 값으로 매핑함으로써 실시간으로 비교가 가능한 장점이 있다. 또한 기존 데이터베이스와의 자연스러운 연동을 지원하는 장점을 가지고 있다. 본 연구는 개인화된 마케팅 채널로서 세분화된 콘텐츠를 제공할 수 있는 플랫폼으로 사용될 것으로 기대된다. 향후에는 동적인 속성을 포함한 프로파일에 대해서도 효과적으로 고객을 선정할 수 있는 기법으로 확장할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] Understanding Podcasts & RSS Feeds, <http://www.smallgrains.org/podcast.pdf>.
- [2] Hodong Eom, “Research on Expansion of Mobile Media and Countermeasures of Newspapers,” Master Thesis, Sungkyunkwan University, 2010.
- [3] Nagarjuna Venna, “The Evolving Nature of Competition in the Wireless Ecosystem: Emergent Opportunities and Threats,” Massachusetts Institute of Technology, June 2009.
- [4] A. Carzaniga and A. L. Wolf, “Forwarding in a content-based network,” In SIGCOMM, 2003.

- [5] F. Fabret, H. A. Jacobsen, F. Lirbat, J. Pereira, K. A. Ross, and D. Shasha, "Filtering algorithms and implementation for very fast publish/subscribe systems," In SIGMOD 2001.
- [6] S. E. Whang, H. G. Molina, "Indexing Boolean Expressions," VLDB 2009.
- [7] Apple Developers Document and SDK, <http://developer.apple.com>.
- [8] Android Developers Document and SDK, <http://developer.android.com>.
- [9] Yves Crama, Peter L. Hammer, *Boolean Functions: Theory, Algorithms, and Applications*, Cambridge University Press, 2001.
- [10] BoolStuff, C++ Library on boolean expression, <http://perso.b2b2c.ca/sarrazip/dev/boolstuff.html>.
- [11] Lynn Beighley, Michael Morrison, *Head First PHP & MySQL*, O'Reilly Media, 2008.
- [12] Robert Sedgewick, *Algorithms*, Addison Wesley, 1988.

저자 소개

김 남 윤(정회원)



- 1992년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
- 1994년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2000년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과 박사
- 1999년 9월 ~ 2002년 2월 삼성전자 무선사업부 책임연구원
- 2002년 ~현재 한성대학교 정보시스템공학과 부교수
<주관심분야 : 멀티미디어 통신, 모바일 통신 및 응용>

※ 본 연구는 한성대학교 교내 연구장려금 지원과제입니다.