Journal of the Korean
Data & Information Science Society
2006, Vol. 17, No. 4, pp. 1237~1250

An Implementation of Web-based Unified Randomized Response System for Obtaining Sensitive Information and Application Method[1)]

Gi-Sung Lee[2)] · Ki-Seong Nam[3)] · Chang-Kyoon Son[4)]

Abstract

In this paper we develop the web-based unified randomized response system for obtaining more reliable response to the sensitive characteristic such as a crime of violence at home, and a bribing and so on. This survey system embody to apply with from the classical to recently research, for example from the Warner's model to the 2-stage model. In addition, our survey system is able to link between the typical and the randomized response system. Finally, our survey system looks into a variation according to various sensitive questions as well as it can be used for a single question.

Keywords : Sensitive information, Internet survey, Web-based unified randomized response system

1. 서론

IT 기술의 발달과 인터넷 망의 확산 그리고 PC의 개인화 등으로 인해 급속도로 보급된 인터넷 조사는 온라인 조사의 하나로서 인터넷 망(www)을 통하여 행해지는 각종 조사를 의미한다. 대표성의 결여 등과 같은 단점에도 불구하고 인터넷 조사는 오프라인(off-line)의 조사에서 가지지 못한 많은 시간 절감과 비용 감소 등의 장점이 있기에 급속도로 보급되고 있다. 특히 모집단이 회원이나 기업체의 구성원 등으로 한정되어 있는 경우 단점보다 장점이 많기에 현실적으로 많이 사용하고 있다.

---

1) 이 논문은 2004년도 학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음.(KRF-2004-042-C00019)
2) 전북 완주군 삼례읍 후정리 490 우석대학교 e-정보공학과 교수
E-mail : gisung@woosuk.ac.kr
3) 부산광역시 금정구 장전동 산30번지 부산대학교 사회조사연구소 연구원
E-mail : namkiseong@hanafos.com
4) 서울시 은평구 불광동 산 42-14 한국보건사회연구원 책임연구원
E-mail : chkson@kihasa.re.kr

인터넷 설문조사 역시 기존의 설문조사와 마찬가지로 조사자가 응답자들의 프라이버시나 사생활과 관련된 민감한 정보를 얻고자 할 경우에 정확한 정보를 얻기란 쉬운 일이 아니다. 조사에서 응답자들은 오프라인 조사와 마찬가지로 온라인상에서 민감한 질문을 직접적으로 받게 되면 자신의 비밀이나 사생활의 노출을 의심하여 정직한 응답을 꺼리게 된다. Warner(1965)는 이러한 문제점을 해소하기 위해 확률장치를 이용한 간접질문방식인 확률화응답기법(randomized response technique)을 제안하였으며, 이를 인터넷 설문조사에 적용해 볼 수 있다. 확률화응답기법은 크게 관련질문기법, 무관질문기법, 강요응답기법, 다지질문기법, 양적질문기법 등으로 구분해 볼 수 있다.

최근 몇몇 학자들이 이러한 확률화응답기법들을 인터넷에서 이용할 수 있도록 시스템을 개발하였다. 관련질문기법, 무관질문기법, 그리고, 양적질문기법과 더불어 강요질문기법들이 개별적인 시스템으로 구현되었으며, 특히 Nam(2002) 등은 다지질문기법까지 확장한 시스템을 구현하였다. 이러한 인터넷 설문조사 시스템들은 연구자가 얻고자 하는 민감한 정보의 형태에 따라 개별적으로 사용을 해야 하는 다소의 문제점을 지니고 있다. 실제조사에서는 민감한 정보가 다양한 형태로 나타날 수 있으므로 개별적으로 구현된 시스템보다는 여러 확률화응답기법들을 동시에 인터넷에서 사용할 수 있는 통합적인 시스템이 필요하게 된다. 뿐만 아니라 최근 들어 많은 학자들에 의해 이론적으로 개선된 확률화응답기법들을 인터넷 상에서 사용할 수 있도록 통합 시스템화 할 필요성이 있다.

따라서 본 연구에서는 민감한 정보를 얻기 위한 기존의 확률화응답기법과 더불어 최근에 연구된 2단계 확률화응답기법(Mangat-Singh 기법, Mangat 기법)을 함께 사용할 수 있는 통합적 인터넷 확률화응답시스템을 개발하고자 한다. 또한, 기존의 온라인 설문조사시스템과 더불어 일반적인 질문과 확률화응답기법이 사용된 질문을 복합적으로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 독립된 스팟 서베이 등이 가능하도록 구현하고자 한다.

본 논문은 1장에서 서론으로 민감한 사항에 대하여 인터넷 조사에서 사용할 수 있는 통합적 인터넷 확률화응답시스템의 필요성을 설명하고, 2장에서는 시스템 설계에 필요한 확률화응답기법을 분류하여 민감한 모수에 대한 추정량과 분산추정량을 다루어 본다. 3장에서는 구현된 통합적 인터넷 확률화응답시스템에 대하여 살펴보고, 4장에서는 결론과 통합적 인터넷 확률화응답시스템의 향후 활용방안에 대하여 다룬다.

2. 확률화응답기법

사회적으로 민감한 조사에서 응답자들이 응답을 회피하거나 정직하게 응답하지 않는 질문들에 대하여 응답자의 신분이나 비밀을 노출시키지 않고서 민감한 질문에 대한 정보를 이끌어 내기 위하여 Warner(1965)는 확률장치를 이용하여 간접응답을 하도록 하는 확률화응답기법을 처음으로 제시하였다. Warner는 응답자들에게 민감한 질문과, 민감한 질문과 배반되는 질문으로 구성된 확률장치를 사용하여 민감한 속성에 대한 질적 정보를 얻고자 하였다. Abul-Ela(1967)등은 Warner의 이지모집단의 경우를 다지모집단으로 확장하였고, Greenberg (1969)등은 민감한 질문과 배반되는 질문 대신에 민감한 질문과 전혀 무관한 질문을 사용하는 무관질문기법(unrelated question technique)을 제안하였으며, Greenberg(1971)등은 이를 양적속성기법으로 발전시켜 민

감한 변수에 대한 양적 정보를 얻고자 하였다. 또한, Loynes(1976)는 Warner기법의 민감한 질문과 배반이 되는 질문 대신에 "예"라고 응답하도록 강요하는 강요응답기법(forced answer technique)을 제안하였다. 그 후 미국, 캐나다, 영국, 호주 등 서구 여러 나라와 일본, 인도 등 몇몇 아시아 국가에서도 이 분야에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, Mangat-Singh(1990)은 Warner기법의 효율성을 증대시키기 위하여 2개의 확률장치를 사용하는 2단계 관련질문기법을 제안하였으며, 김종호(1992)등은 Mangat-Singh(1990)의 2단계 관련질문기법을 무관질문기법으로 발전시킨 2단계 무관질문기법을 제안하였다. 그리고 이기성과 홍기학(2000)은 김종호(1992)등이 제안한 2단계 무관질문기법을 무관한 속성이 미지일 때 두 개의 독립표본을 이용하는 2단계 이표본 무관질문기법으로 확장하였다. 또한, Mangat(1994)은 Mangat-Singh의 2단계 관련질문기법에서 사용한 2개의 확률장치를 1개로 줄여 그 사용 절차를 좀 더 단순화한 Mangat의 관련질문기법을 제안하였다. 한편, 이기성과 홍기학(1998)은 Mangat(1994)의 관련질문기법을 무관질문기법으로 발전시킨 개선된 Mangat의 무관질문기법을 제안하였으며, 또한 그들은 Mangat의 무관질문기법을 무관한 속성이 미지일 때 두 개의 독립표본을 이용하는 Mangat의 이표본 무관질문기법으로 확장하였다. 최근에는 이들 이론들의 실제적 활용에 많은 관심이 집중되고 있으며, 사회학, 경영학, 의학 등 여러 학문분야에서의 조사활동에도 이의 활용이 적극 모색되고 있다.

이 절에서는 여러 확률화응답기법 중에서 기존의 시스템에서 다루고 있지 않은 최근에 개발된 2단계 확률화응답기법에 대하여 다루어보고자 한다. 특히, 일정한 조건하에서 Warner기법보다 항상 효율성이 높은 Mangat-Singh기법에 대하여 살펴보고자 한다.

Mangat-Singh(1990)은 Warner기법의 효율성을 증대시키기 위하여 2개의 확률장치를 사용하는 2단계 관련질문기법을 제안하였으며, 이 기법의 장점은 $T > \frac{1-2p}{1-p}$ 인 조건하에서 항상 Warner기법보다 효율적이라는 사실이다. 이 기법에서 사용하는 확률장치의 구성은 다음과 같다.

<1단계의 확률장치 R_1>

	설문내용	선택확률
설문 1	당신은 민감한 속성 A 를 가지고 있습니까?	T
설문 2	확률장치 R_2로 가시오.	$1-T$

<2단계의 확률장치 R_2>

	설문내용	선택확률
설문 1	당신은 민감한 속성 A 를 가지고 있습니까?	p
설문 2	당신은 민감한 속성 A 를 가지고 있지 않습니까?	$1-p$

n명의 응답자들 중에서 "예"라고 응답한 사람들의 수를 n'명이라고 하면,

$\hat{\lambda} = \frac{n'}{n}$ 이다. 따라서 2단계 관련질문기법에서 민감한 속성 A 에 대한 모비율 π 의 최대우도추정량 $\hat{\pi}_{ms}$ 는 다음과 같다.

$$\hat{\pi}_{ms} = \frac{\hat{\lambda} - (1 - T)(1 - p)}{2p - 1 + 2T(1 - p)} .$$

이 때, $\hat{\pi}_{ms}$ 는 비편향추정량이며, 그 분산과 분산추정량은 다음과 같다.

$$V(\hat{\pi}_{ms}) = \frac{\pi(1-\pi)}{n} + \frac{(1 - T)(1 - p)\{1 - (1 - T)(1 - p)\}}{n\{(2p - 1) + 2T(1 - p)\}^2} ,$$

$$\hat{V}(\hat{\pi}_{ms}) = \frac{\hat{\lambda}(1 - \hat{\lambda})}{(n - 1)\{(2p - 1) + 2T(1 - p)\}^2} .$$

3. 통합적 인터넷 확률화응답시스템의 구현

본 절에서는 확률화응답시스템의 주요 기능 구성도 및 시스템 운영 환경에 대하여 다루고자 한다. 또한 연구자들이 가상의 질문과 데이터를 넣어 구축한 Mangat-Singh 2단계 관련질문기법 시스템에 대하여 설명하고자 한다.

3.1 인터넷 확률화응답시스템 기능 구성도

확률화응답시스템은 응답자가 직접 확률화응답 설문에 응답하여야 하며, 응답자가 조사에 응답한 설문 결과는 조사자가 추적이 불가능하여야 한다는 기본 전제 하에 TCP/IP 기반의 웹 기반 설문조사 방식을 취하였다. 또한 민감한 설문에 대해 응답자에게 사전 확률이 알려진 확률장치를 통해 응답자가 직접 응답 설문을 선택할 수 있도록 몇 가지 확률장치를 제공하여 최대한 응답자가 성실한 응답을 할 수 있도록 유도하였다.

(1) 확률화응답시스템 운영 환경

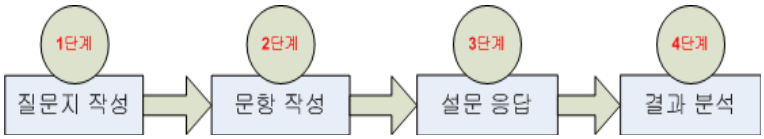
시스템 운영 환경은 크게 서버 운영 환경과 사용자 환경으로 나눌 수 있으며, 다음의 <표 3.1>에 제시된 사양은 최소한의 운영 환경이다.

<표 3.1> 확률화응답시스템 운영 환경

서버 운영 환경	TCP/IP 환경의 웹 지원 네트워크 Pentium III 이상, 256M 이상 메모리, 100M 이상 HDD Redhat Linux 7.3 이상, mySQL 3.x 이상, Apache 2.x 이상 ColdFusion 6.x 이상
사용자 환경	Windows 98 이상의 인터넷 브라우저 사용 가능 PC급

(2) 확률화응답시스템의 흐름도

확률화응답시스템의 흐름도는 질문지 작성 단계, 문항 작성 단계, 설문응답 단계, 그리고 결과 분석 단계의 총 4단계로 구성하였다. 이는 일반적인 설문조사시스템의 흐름을 기본으로 확률화응답시스템의 특성을 반영할 수 있도록 설계하였다.



<그림 3.1> 확률화응답시스템의 흐름도

1) 1단계 : 질문지 작성 단계

질문지 작성 단계에서는 질문지의 제목과 조사 기간, 동일 응답자 제한여부(회원아이디, 동일 IP, 동일 시스템 아이디 선택), 응답 결과 공개 여부(비공개, 공개, 종료 후 공개 선택), 질문 진행관리(준비중, 진행중, 종료됨 선택) 및 사용자 응답시 한 페이지에 표시할 문항수를 입력할 수 있도록 하여 질문지의 기본적인 환경 설정을 수행한다. 물론 질문지 작성 단계는 기존 질문지에 대한 정보 변경도 동일한 과정으로 이전에 입력한 정보를 수정할 수 있도록 하였다.

2) 2단계 : 문항 작성 단계

문항 작성 단계에서는 먼저 확률화응답기법을 선택한 다음, 선택된 확률화응답기법에 따라 상세 문항 정보 및 선택 확률, 확률장치 선택 등을 통해 실질적인 문항을 생성하는 단계이다. 확률화응답기법은 직접질문기법, 관련질문기법, 무관질문기법, 이표본무관질문기법, 강요질문기법, 양적 무관질문기법, 양적 이표본무관질문기법, 다지질문기법, Mangat-Singh 2단계 관련질문기법, Mangat-Singh 2단계 무관질문기법, Mangat-Singh 2단계 이표본무관질문기법, Mangat 관련질문기법, Mangat 무관질문기법, Mangat 이표본무관질문기법이 선택가능하며, 세부 화면에서 선택한 확률화응답기법에 따라 추가 입력 사항을 입력하여야 한다. 선택된 확률화응답기법에 따른 입력사항에서 초기 입력값(디폴트)은 조사자의 입력 편의를 위해 초기값으로 주어진 것으로서 초기값으로서의 특별한 의미를 가지고 있지는 않다. 다만 특정 확률은 0.5가 되어서는 안 된다거나, 두 선택 확률이 동일하지 않아야 한다는 등의 일부 조건이 세부화면에 상세하게 제시되었다.

특히 직접질문기법을 하나의 질문지에서 확률화응답질문과 동시에 진행한 경우 확률화응답기법의 결과를 연계하여 직접 질문에 대한 응답 결과별로 확률화응답결과를 추가 분석할 수 있는 유용한 기능을 이용할 수 있도록 구성하였다.

3) 3단계 : 설문 응답 단계

설문 응답 단계는 실제 응답자가 주어진 질문지에 구성된 개별 문항에 대해 응답하는 화면으로서, 상기 2단계의 문항 작성 단계에서 설정된 확률화응답기법 및 각종 추가 정보(선택 확률 등)에 따라 주어진 확률장치에 따라 응답하는 단계이다. 특히 이 단계에서는 민감한 질문에 대해 응답자 본인 이외에는 전혀 선택된 질문을 알 수 없도록 확률장치를 사용자가 임의로 재생하는 기능을 추가하여 확률화응답시스템의 구현에서 매우 중요한 기능을 제공하였다.

4) 4단계 : 결과 분석 단계

결과 분석 단계에서는 응답자의 조사 결과를 기반으로 전체 응답자 및 “예” 응답자와 더불어 모비율 추정량과 분산추정량, 표준오차 등을 제공하여 조사자로 하여금 실시간 분석이 가능하게 하였으며, 해당 질문지에 직접질문기법을 포함한 경우 직접질문기법의 응답 유형별로 부가적인 분석이 가능하도록 하였다.

3.2 인터넷 확률화응답시스템

(1) 초기화면

본 절에서는 연구자들이 가상의 질문과 데이터를 넣어 구축한 시스템을 설명하기로 한다. 즉, 여기서 나타난 결과는 실제 조사 결과가 아닌 모의실험 결과이다.

초기 화면에서 관리자가 로그인을 하면 <그림 3.2>의 관리 설문 목록이 나타난다. 초기에 설문지를 전혀 만들지 않았다면, 설문 코드와 설문제목에는 아무 것도 나타나지 않는다. <그림 3.2>는 이미 13가지의 설문지를 만들어 놓은 상태이며, 코드번호에서 번호가 나타나지 않은 설문은 이미 삭제하였기 때문에 DB에는 존재하지만 화면에는 나타나지 않는다. 문항 수는 해당 설문지에 몇 개의 문항이 있는지를 나타내며, 응답자수는 해당 설문지에 몇 명이 응답하고 있는지를 나타내고, 상태는 현재 설문이 진행 중인지의 여부를 나타내고 있다.

새로운 설문지를 만들고자 할 때는 **질문지 추가**를 클릭한다.

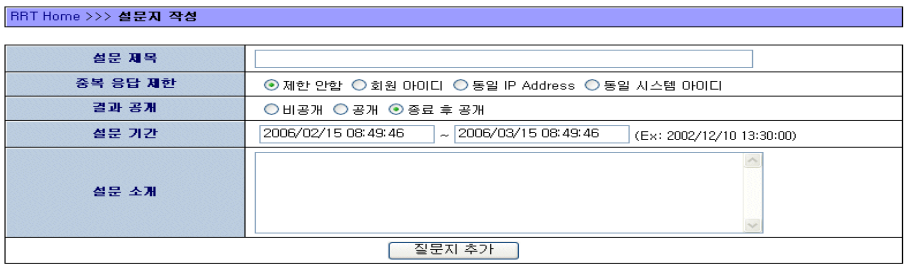
<그림 3.2> 관리 설문 목록

질문지 추가를 클릭하면 <그림 3.3>의 설문지 작성 화면이 나타난다. 여기서 설문 제목과 기타 필요한 내용을 입력한다.

중복 응답제한의 선택 사항에서 제한 없음은 학교와 같이 하나의 컴퓨터에서 여러 명이 사용할 때 응답에 제한을 두지 않고 사용 가능하며, 회원 아이디는 회원이나 폐쇄된 집단에서 동일한 회원에 대하여 한 번의 응답만 허용하는 것이며, 동일 IP Address는 동일한 IP에서 한 번의 응답만 허용하는 것이며, 동일 시스템 아이디는 동일 IP를 여러 명이 사용하는 경우에 IP는 같을 지라도 한 대의 시스템에 대한 한 번의 응답을 허용하는 것이다.

결과 공개는 응답자가 응답 후에 현재의 응답자용 결과를 볼 수 있는 지의 여부를 나타내는 것으로 비공개는 응답 후에 결과를 공개하지 않는 것이며, 공개는 응답 후 바로 현재까지의 응답자용 결과를 볼 수 있으며, 종료 후 공개는 모든 응답자가 응답이 끝난 후, 설문 기간이 종료된 후에 응답자용 결과를 공개한다는 의미이다.

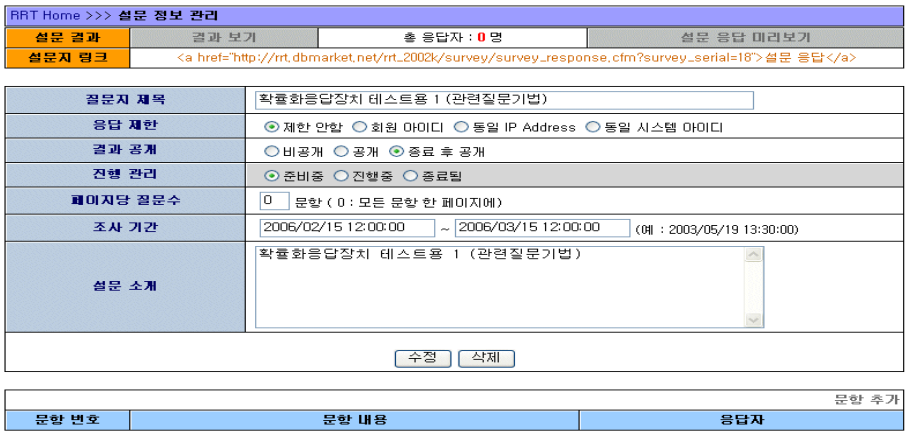
설문 기간은 조사 기간을 정하여 종료 후에는 응답을 하지 못하게 하는 기능이다. 그리고 설문 소개는 설문 내용이나 취지 등의 내용을 입력할 수 있다.



<그림 3.3> 설문지 작성 화면

내용을 입력한 후에 **질문지 추가**를 클릭하면 <그림 3.4>의 설문지 정보 관리 화면이

나타난다. 현재는 문항이 없기 때문에 아무 것도 나타나지 않는다. 여기에서 기존의 내용을 수정하거나, 삭제할 수 있다.



<그림 3.4> 설문지 정보 관리

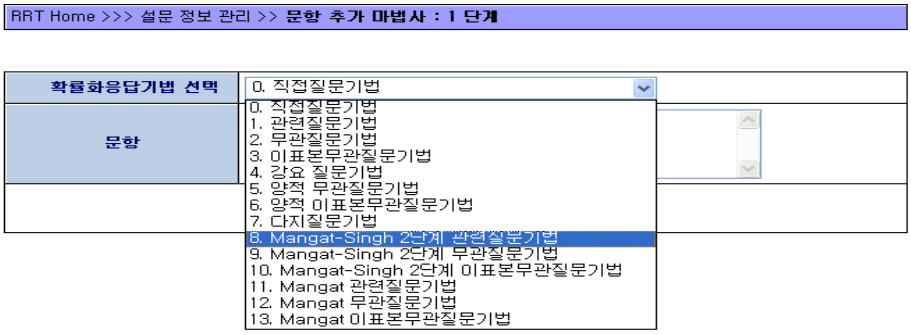
설문지 링크는 다른 사이트나 홈페이지 등에 현재의 설문을 연결할 때 여기에 있는 내용을 복사하여 하이퍼링크로 붙이면 해당 홈페이지에서 응답할 수 있다. 그리고 **페이지당 질문수**는 하나의 화면에 몇 개의 질문을 넣는가를 선택하는 것이다.
직접 질문과 다양한 확률화응답기법에 맞는 설문을 만들기 위해서는 <그림 3.4>의 하단에서 **문항 추가**를 클릭한다.

(2) Mangat-Singh 2단계 관련질문기법 시스템

Mangat-Singh 2단계 관련질문기법은 Mangat-Singh(1990)이 Warner기법의 효율성을 증대시키기 위하여 2개의 확률장치를 사용하는 2단계 관련질문기법을 시스템화 한 것이다.

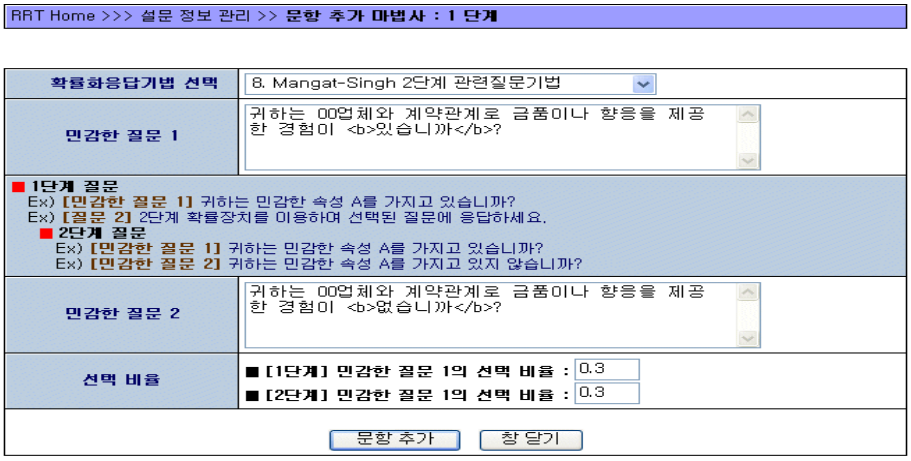
1) 설문 만들기

Mangat-Singh 2단계 관련질문기법의 설문을 만들기 위해서는 먼저 <그림 3.4>의 하단의 **문항 추가**를 클릭하면 <그림 3.5>가 나타난다. <그림 3.5>의 확률화응답기법 선택에서 Mangat-Singh 2단계 관련질문기법을 선택하면, <그림 3.6>의 문항 추가 마법사 : 1단계 화면 2가 나타난다.

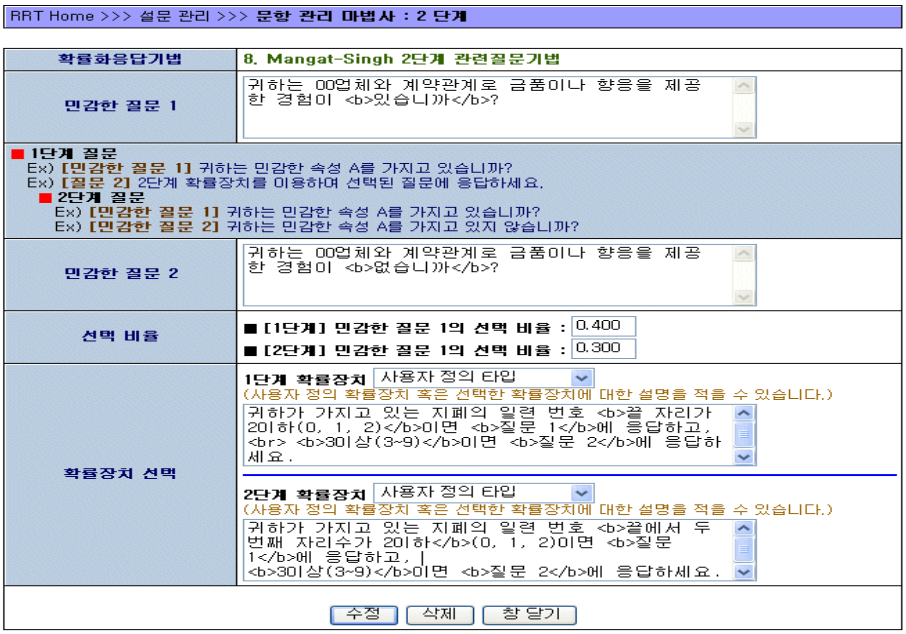


<그림 3.5> 문항 추가 마법사 : 1단계 화면 1(Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)

<그림 3.6>의 Mangat-Singh 2단계 관련질문기법의 문항 추가 마법사 : 1단계 화면 2에서 민감한 질문 1과 민감한 질문 2에 질문의 내용을 입력한다. 질문 입력 시에 html 태그를 사용하면 보다 시각적인 효과를 얻을 수 있다.
그리고 **선택 비율**에서는 1단계와 2단계의 확률장치에서 민감한 질문 1과 민감한 질문 2가 선택될 비율을 의미한다.
<그림 3.6>에서 **문항 추가**를 클릭하면, <그림 3.7>의 문항 관리 마법사 : 2단계가 나타난다. 여기서는 확률장치를 선택하고, 설명과 같은 문장을 넣을 수 있다.
Mangat-Singh 2단계 관련질문기법은 2단계의 확률장치가 필요하며, 본 시스템에서는 사용자 정의를 이용하여 주변에서 쉽게 적용할 수 있는 확률장치를 글로서 표현하여 사용 가능하다. 또한 확률장치 선택에서도 html 태그를 사용할 수 있다. 최종적으로 **수정**을 클릭하면 설문이 완성된다.



<그림 3.6> 문항 추가 마법사 : 1단계 화면 2(Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)

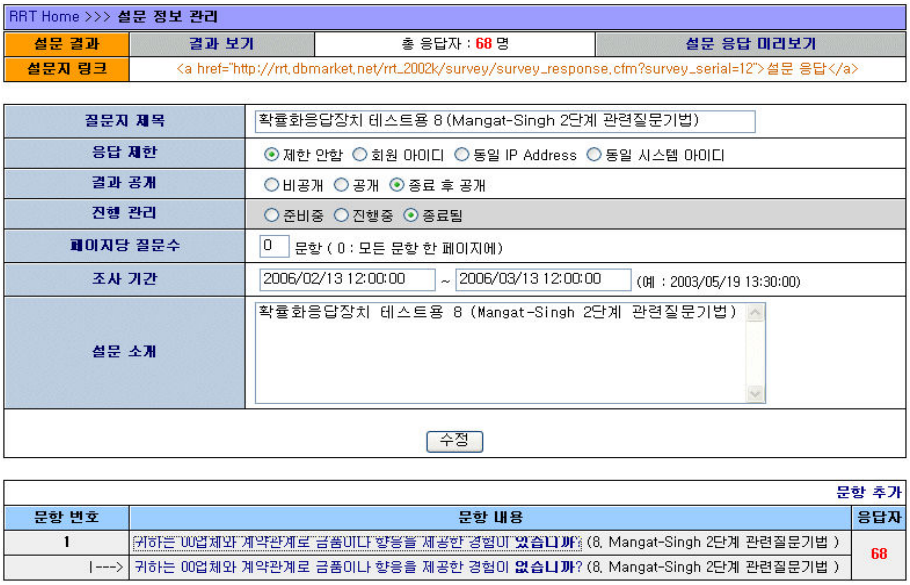


<그림 3.7> 문항 관리 마법사 : 2단계 화면(Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)

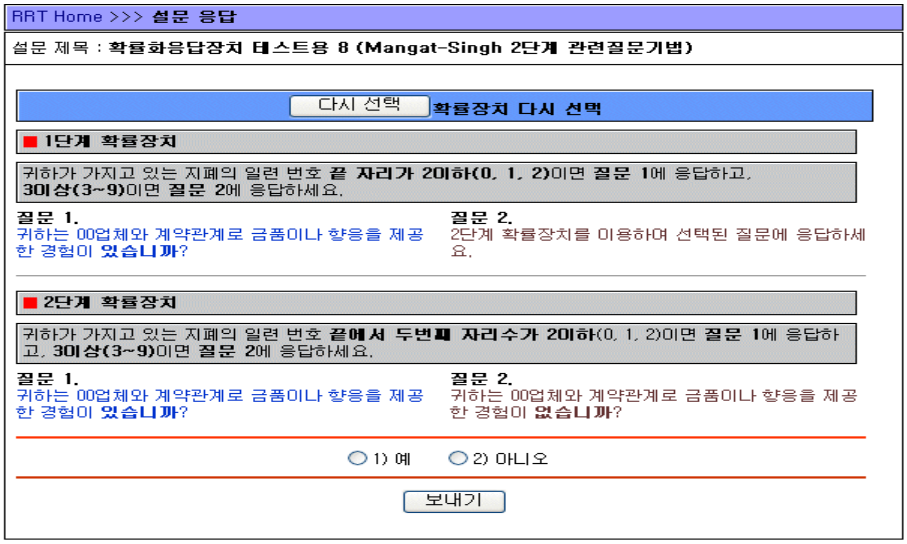
2) 응답자용 창

관리자가 응답자에게 어떠한 모양으로 나오는지를 보기 위해서는 <그림 3.2>의 관리 설문 목록에서 만들어진 Mangat-Singh 2단계 관련질문기법을 클릭하면 <그림 3.8>의 설문 정보 관리 화면이 나타나며, 여기서 내용을 수정할 수도 있다.

응답자용 화면을 보기 위해서는 인터넷 상에서 설문지 링크에 있는 내용을 URL로 사용하여 새 창을 열수도 있고, <그림 3.8>의 우측 상단에 있는 설문 응답 미리보기를 클릭하면 <그림 3.9>과 같은 응답자용 화면이 나타난다.



<그림 3.8> 설문 정보 관리 화면(Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)



<그림 3.9> 응답자용 화면(Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)

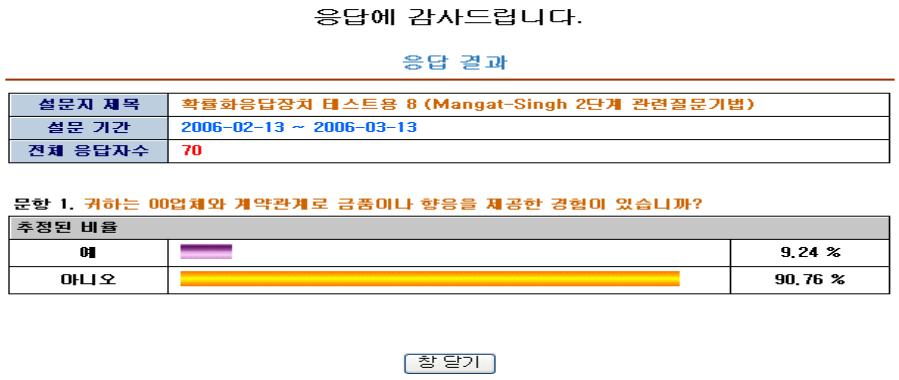
<그림 3.9>의 응답자용 창에서는 미리 지정한 직접 질문과 더불어 Mangat-Singh 2단계 관련질문기법의 설문 내용이 나타난다. 여기서는 주변에서 쉽게 적용할 수 있는 확률장치를 문장으로 표현하여 응답자는 관리자가 자신의 정보를 알지도 모른다는 불안감을 사전에 차단하였다.

<그림 3.9>에서는 미리 지정한 태그 명령에 의해 가운데 정렬과 진한 글씨를 볼

수 있다. 또한 확률장치 위쪽에 확률장치에 대한 간단한 설명을 덧붙일 수도 있다. 응답자는 자신에게 해당하는 응답을 한 후에 보내기를 클릭하면 응답이 끝난다.

3) 응답결과 화면

응답결과 화면은 응답자용과 관리자용 두 가지가 있다. <그림 3.10>은 응답자용 결과 화면으로 관리자가 미리 결과 공개를 선택하였을 때만 나타난다. <그림 3.10>에서는 직접질문을 넣지 않았기 때문에 전체에 대한 응답자 속성과 더불어 확률장치를 이용하여 얻은 민감한 속성에 대한 추정비율만을 나타내고 있다. 즉, 전체 응답자에서 금품이나 향응을 제공한 경험이 있는 응답자가 전체의 9.24%라는 것이다.



응답에 감사드립니다.

응답 결과

설문지 제목	확률화응답장치 테스트용 8 (Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)
설문 기간	2006-02-13 ~ 2006-03-13
전체 응답자수	70

문항 1. 귀하는 OO업체와 계약관계로 금품이나 향응을 제공한 경험이 있습니까?

추정된 비율		
예		9.24 %
아니오		90.76 %

창 닫기

<그림 3.10> 응답자용 응답 결과 화면(Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)

확률화응답기법 결과

설문 제목	확률화응답장치 테스트용 8 (Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)
조사 기간	2006-02-13 ~ 2006-03-13
직접 질문	---------- 직접질문 선택 ----------

확률화응답 질문

1.귀하는 OO업체와 계약관계로 금품이나 향응을 제공한 경험이 있습니까?

질문 1	귀하는 OO업체와 계약관계로 금품이나 향응을 제공한 경험이 있습니까?
질문 2	귀하는 OO업체와 계약관계로 금품이나 향응을 제공한 경험이 없습니까?

Mangat-Singh 2단계 관련질문기법 : Mangat-Singh(1990) Technique		
1 단계 확률장치	민감한 질문(질문 1)의 선택 비율 (T)	T = 0.40000
2 단계 확률장치	민감한 질문(질문 1)의 선택 비율 (P)	P = 0.30000

	전체 응답자	예 응답자	모비율 추정량	분산 추정량	표준 오차
전 체	69	30	0.09239	0.14117	0.37572

<그림 3.11> 관리자용 응답 결과 화면(Mangat-Singh 2단계 관련질문기법)

<그림 3.11>은 관리자용 결과 화면으로 <그림 3.8>의 좌측 상단에 있는 **결과 보기**를 클릭하면 나타난다. <그림 3.11>은 전체 응답자 수와 민감한 속성에 대한 모비율 추정량과 더불어 분산추정량과 표준오차를 함께 제공하고 있다.

4. 결론 및 제언

본 연구에서는 민감한 정보를 얻기 위한 통합적 인터넷 확률화응답시스템을 개발하였다. 본 시스템은 기존의 확률화응답기법과 최근에 연구된 2단계 확률화응답기법(Mangat-Singh 기법, Mangat 기법)을 함께 사용할 수 있도록 구현하였고, 일반적인 질문만 가능한 기존의 설문조사시스템과 연계하여 민감한 질문에만 확률장치를 이용할 수 있도록 하여 다른 속성에 따라 민감한 질문에 대한 차이도 볼 수 있을 뿐만 아니라 독립된 단일문항 질문으로도 사용이 가능하도록 하였다.

구현된 인터넷 확률화응답시스템은 인터넷을 이용한 여론조사뿐만 아니라 인트라넷 그룹웨어 환경에서 특히 유용하게 민감한 특성에 대한 정보를 얻는 데 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 예를 들어 청소년들의 음주나 환각제 사용 여부, 여성들의 낙태 여부 및 그 횟수, 기업체들의 탈세여부 및 그 탈세량 등과 더불어 본 시스템의 질문 예제로 사용한 청렴도조사 등과 같은 사회적으로나 개인적으로 매우 민감한 조사에 대해서도 인터넷 여론조사가 활발하게 진행되리라고 기대된다. 특히 현대 사회에서 가정 폭력이나 기관 간 거래에서 금품, 향응 제공과 기타 음성적인 거래와 같은 드러내기 어려운 분야의 현황 파악을 위하여 여러 온라인 조사기관에서 구현된 인터넷 확률화응답시스템을 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 사회학, 경제학, 의학, 경영학 등 여러 분야의 연구조사에서 구현된 인터넷 확률화응답시스템을 유효 적절히 사용하여 관련분야의 연구발전에 활용할 수 있다. 또한, 신문 방송학, 언론학 등에서 새로운 여론조사 방법에 대한 토대를 마련하고, 기업, 정계 등에서의 기초 자료로 활용하여 의사 결정의 보조도구로서의 사용이 가능하다고 여겨진다.

참고문헌

1. 김종호, 류제복, 이기성 (1992). 새로운 2단계 확률화응답모형, 응용통계연구, 제 5권 2호, 157-167.
2. 류제복, 홍기학, 이기성 (1993). 확률화응답모형, 자유아카데미.
3. 박희창, 남기성, 이기성 (2001). Implementation of Randomized Response Technique at Internet Survey, 한국통계학회논문집, 제 8권 3호, 731-737.
4. 이기성, 홍기학 (1998). 개선된 무관질문모형, 응용통계연구, 제 11권 2호, 415-421.
5. 이기성, 홍기학 (2000). 2단계 이표본 무관질문모형, 응용통계연구, 제 13권 2호, 575-590.
6. Abul-Ela, Abdel-Latif A., Greenberg, Bernard G., Horvitz, Paniel G. (1967). A Multiproportions Randomized Response Model, *Journal of the American Statistical Association*, 62, 990-1008.
7. Chaudhuri, A. and Mukerjee, R. (1988). *Randomized Response : Theory and Techniques*, New York, Marcel Dekker, Inc.
8. Coomber, R.; Using the Internet for Survey Research. Sociological Research Online, 2(2).

<http://www.socresonline.org.uk/socresonline/2/2/2. html>

9. Fox, J. A. and Tracy, P. E. (1986). Randomized Response : *A Method for Sensitive Survey*, Sage Publications.
10. Greenberg, B. G., Abul-Ela, Abdel-Latif A., Simmons, W. R., and Horvitz, D. G. (1969). The Unrelated Question Randomized Response Model : Theoretical Framework, *Journal of the American Statistical Association*, 64, 520-539.
11. Mangat, N. S. (1994). An Improved Randomized Response Strategy, *Journal of the Royal Statistical Society : Series B*, 56, 93-95.
12. Mangat, N. S. and Singh, R. (1990). An Alternative Randomized Response Procedure, *Biometrika*, 77, 439-442.
13. Nam, K. S., Lee, G. S., Song, G. M., Kim, J. H., and Son, C. K. (2002). A System for Sensitive Characteristics on Internet Survey, Asia-Pacific Decision Sciences Institute Conference, 117.
14. Schwarz, C. J. StatVillage (1997). An On-line, WWW-Accessible, Hypothetical City Based on Real Data for Use in an Introductory Class in Survey Sampling, *Journal of Statistics Education*, 5(2), <http://www.amstat. org/publications/jse>
15. Warner, S. L. (1965). Randomized Response; A Survey Technique for Eliminating Evasive Answer Bias, *Journal of the American Statistical Association*, 60, 63-69.

[2006년 9월 접수, 2006년 11월 채택]