

전자투표 기술 동향 분석[☆]

전 응 렬* 원 동 호**

◆ 목 차 ◆

- | | |
|------------|---------------|
| 1. 서 론 | 3. 전자투표 기술 동향 |
| 2. 전자투표 개요 | 4. 맺음말 |

1. 서 론

민주주의는 다수결의 원칙을 우선으로 한다. 선거는 다수의 의견을 검증하는 과정으로 민주주의의 근본이 되는 절차이다. 그러나 최근 들어 국내를 비롯해 해외의 여러 민주주의 국가에서 투표율이 지속적으로 하락하는 추세를 나타내고 있다. 이러한 현상은 특히 젊은 유권자들이 정치에 대한 환멸을 느껴 투표를 멀리하거나, 혹은 정치에 관한 무관심으로 인해 주로 발생한다.

우리나라 역시 최근 치러진 19대 국회의원 선거에서 54.2%의 저조한 투표율을 나타내었다. 18대 국회의원 선거의 46.1%에 비하면 조금 높아진 수치지만, 전체 유권자의 절반 정도가 참여하는 현재의 투표율은 다수결을 제대로 반영하고 있다고 확신하는데 무리가 있다[1].

투표율이 낮은 이유 중 하나는 투표방식의 불편함에도 기인한다. 현행 투표 방식은 지정된 날짜에 지정된 장소에서 유권자가 투표용지에 직접 기표를 하는 방식이다. 그러나 현행 투표 방식은 투표를 하기 위해 우선 유권자의 수에 맞춰 용지를 인쇄해야 하고, 투표를 진행하기 위한 공간을 확보해야 하며, 유권자는 지

정된 시간에 정해진 장소에서 투표를 해야 하는 단점이 있다. 또 유권자가 직접 기표를 하는 방식이기 때문에 실수 혹은 고의에 의한 무효표가 발생하며, 따라서 유권자의 의도를 정확히 반영하지 못하는 무효표도 발생한다.

이에 최근 미국과 영국, 에스토니아, 브라질 등 국외 여러 국가들은 전자투표의 도입을 활발하게 논의하고 있으며, 실제 미국의 경우 2000년 대선부터 일부 지역에서는 전자투표를 시행하고 있다. 특히 에스토니아의 경우 유권자가 집에서 인터넷을 통해 투표할 수 있는 시스템을 구축하였으며, 모바일을 통한 투표도 도입할 예정이다[2].

우리나라 역시 2005년 초 중앙선거관리위원회에서 전자투표 실시계획을 발표한 이후 전자투표 도입을 위한 기반연구 및 제품 개발에 박차를 가하고 있다. 그러나 에스토니아와 같이 장소에 관계없이 전자투표를 도입하는 것은 아직 시기장소라고 판단하고 있다.

전자투표는 선거의 준비, 투표, 투표 결과의 집계 과정에 전자적인 기술을 도입하여 선거를 진행하는 것의 총칭이다. 전자투표는 기존 투표방식에 비해 선거에 소요되는 시간이나 금전적인 비용을 절감할 수 있고, 기술에 따라 공간적 제약사항 역시 극복할 수 있다. 또 투표방식을 전자적으로 수행하여 무효표를 획기적으로 줄여, 유권자의 의도를 정확하게 반영할 수도 있다.

그러나 전자투표의 도입은 매우 신중히 결정해야 할 문제다. 선거는 민주주의의 근간을 이루는 매우 중

* 성균관대학교 정보통신대학 컴퓨터공학과

** 성균관대학교 정보통신대학 컴퓨터공학과(교신저자)
원동호(dhwon@security.re.kr)

☆ 이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (2011-0026023)

요한 절차로서, 작은 오류 및 실수도 큰 파장을 불러 일으킬 수 있기 때문이다.

실제, 2004년 미국의 대통령 선거에서 전자투표를 사용하는 일부 주(州)에서 전자투표기의 고장으로 인해 선거가 지연되거나, 투표기가 용량을 초과하여 이후의 투표결과는 반영되지 않는 등 여러 치명적인 문제가 발생하였다. 뿐만 아니라 집계과정에서도 특정 선거구의 결과가 중복해서 반영되는 등 전자투표와 관련하여 총 1,444건에 이르는 문제가 보고된 바가 있다[3].

이처럼 전자투표는 비용의 절감과 무효표 감소라는 측면에서 많은 장점을 지니고 있지만, 사회적 혼란을 야기할 수 있기 때문에 도입하는 과정에서 많은 검증과 합의가 필요하다.

본 고에서는 현재까지 연구된 다양한 전자투표 방식을 바탕으로, 전자투표의 도입을 위해 논의되어야 하는 점들을 살펴보고자 한다. 이를 위해 본 고는 현재까지 발표된 주요 전자투표 기술에 대해 살펴보고, 전자투표를 성공적으로 도입하기 위한 향후 과제에 대해 살펴본다.

2. 전자투표 개요

2.1 전자투표

전자투표는 선거의 준비, 투표, 투표 결과의 집계 과정에 전자적인 기술을 도입하여 선거를 진행하는 것의 총칭이다. 전자투표가 기존의 투표방식과 동일한 효력을 발휘하기 위해서는, 기존 투표가 고수하고 있는 4대 원칙을 준수해야 한다. 선거의 4대 원칙은 위(표 1)과 같다.

보통선거와 평등선거는 투표방식과는 무관하게 보장할 수 있는 원칙이다. 그러나 직접선거와 비밀선거는 투표방식에 따라 훼손될 수 있으므로, 두 원칙을 보장하기 위한 기술적 논의가 필요하다. 예를 들어, 원격에서 투표를 지원하는 경우 비밀선거의 원칙은 보장하는 것이 사실상 불가능하다. 이러한 경우를 해결하기 위한 기술적, 제도적 논의는 반드시 필요하다.

전자투표는 투표를 하는 장소를 물리적으로 제한하는 방식과 원격에서의 투표를 지원하는 방식, 두 가지

(표 1) 선거의 4대원칙

원칙	설명
보통선거	성별, 학력, 재산의 많고 적음에 관계없이 일정한 나이가 된 모든 성인에게 선거권과 피선거권을 부여함을 보장하는 원칙
평등선거	모든 투표자의 표가 동일한 가치와 효력을 발휘하는 것을 보장하는 원칙
직접선거	선거권자가 직접 투표에 참여하는 것을 보장하는 원칙
비밀선거	선거권자가 투표에 참여하여 어느 후보를 선택하였는지를 유권자 본인만 알 수 있도록 보장하는 원칙

(표 2) 전자투표 방식

방식	유형	내용
투표소 투표 방식 (Poll Site Voting)	터치스크린 시스템	터치스크린에서 정해진 부분을 터치하여 투표
	일반 PC	일반 컴퓨터를 이용하여 투표권을 등록하고 투표
	이동식 키오스크	투표의 편의증진을 위한 이동투표소 키패드나 터치스크린 기술 활용
	전화	유선전화나 이동전화를 이용하여 투표
원격 투표 방식 (Remote Voting)	SMS	휴대전화의 문자메시지 기능을 이용한 투표
	인터넷	인터넷을 이용한 투표

로 구분할 수 있다. 각각의 방식은 다시 터치스크린, 컴퓨터, 스캐너 등 다양한 장비를 이용하여 구성할 수 있다. 아래 (표 2)는 전자투표의 여러 방식을 나타낸다[4].

투표소에서 투표를 하는 방식은 일반적으로 DRE (Direct Recording Electronic) 시스템을 기반으로 하는 터치스크린 방식을 주로 사용한다. 유권자가 DRE 시스템을 이용하여 투표를 하면 이를 전자적으로 기록하여 서버에 전송하고, 서버에서는 투표결과를 고속으로 집계하는 방식이다.

투표소 투표 방식의 전자투표는 현행 투표의 시간적, 공간적 제약사항을 극복하기는 어렵지만, 물리적으로 유권자를 인증하고 투표소가 기밀성을 보장하기

때문에 직접선거와 비밀선거의 원칙을 보장할 수 있는 장점이 있다.

원격 투표 방식은 투표소 투표 방식과는 달리 시간적, 공간적 제약에서 자유롭다는 장점이 있다. 그러나 앞서 언급한 바와 같이 비밀선거의 원칙을 보장하는 것이 상당히 까다롭다는 단점이 있다. 인터넷이나 모바일 장치를 이용한 원격투표는 유권자가 투표결과를 다른 사람에게 공개하는, 이른바 매표 행위를 근본적으로 차단할 수 없다. 따라서 비밀선거의 원칙을 보장하기 위해서는 유권자 스스로가 투표를 공개하지 않는다는 가정을 세워야 하는데, 모든 유권자에게 이러한 기대를 하는 것은 어려운 것이 현실이다. 원격 투표 방식은 별도의 장비를 필요로 하지는 않는다. 특히 우리나라의 경우 IT 인프라가 잘 구축되어 있기 때문에 비밀선거의 원칙에 대해서만 합의가 된다면 추가 비용 없이 도입이 가능할 것으로 예상된다.

2.2 전자투표의 신뢰성

전자투표는 유권자가 직접 투표를 하는 것이 아니라 투표기(DRE, 또는 사용자의 장치에 설치된 응용 프로그램)를 통해 유권자의 의사를 표시한다. 이때 악의적인 공격자가 투표기를 공격하여 투표 결과를 조작하거나, 외부로 유출시키는 경우 심각한 문제를 초래할 수 있다.

따라서 전자투표를 도입하기 위해서는 우선 투표과정에서 신뢰성이 보장되어야 한다. 전자투표 과정에서 신뢰성은 크게 다음 두 가지로 귀결된다[5-7].

- Cast-as-Intended : 유권자는 투표기가 자신의 의사를 정확히 기록하였음을 확신할 수 있어야 한다.
- Counted-as-Cast : 모든 유권자는 자신의 투표가 개표과정에서 반영되었음을 확신할 수 있어야 한다.

첫 번째, Cast-as-Intended는 유권자가 투표기를 통해 투표를 하는 과정에 대한 신뢰성을 의미한다. 투표기는 유권자에게 거짓된 선거정보를 제공하거나, 유권자의 기표를 악의적으로 변경하여 저장하는 형태의 공격을 시도할 수 있다. 따라서 투표기는 유권자의 의사를 정확하게 반영하고 있음을 증명할 수 있어야 한다.

두 번째, Counted-as-Cast는 개표 과정에서의 신뢰성을 의미한다. 투표기가 모든 투표 결과를 정확하게 기록하였다 해도, 개표과정에서 투표값이 누락되거나 조작된다면, 선거의 결과는 바뀔 수 있으며, 심각한 사회적 파장을 유발할 수 있다.

전자투표를 도입하기 위해서는 언급한 두 가지 신뢰성을 반드시 확보해야 한다. 이에 투표과정 및 개표과정에서의 신뢰성을 확보하기 위해 다양한 암호학적 기술들이 적용 및 연구되고 있다. 현재 개표 과정에서의 신뢰성은 여러 연구를 통해 구현되고 있으며, 안전성 증명이 이루어진 상태다. 그 대표적인 예로 믹스넷(Mix-net)을 들 수 있다[8-10]. 그러나 투표과정에서의 신뢰성 확보는 전자투표의 구현방식에 따라 조금씩 차이가 있다.

2.3 사용자 친숙도

전자투표는 투표과정에서의 신뢰성을 확보하기 위해 다양한 암호학적 기술들을 적용한다. 그러나 이러한 추가적인 과정은 유권자에게 혼란을 유발하는 원인이 되기도 한다. 이는 무척 중요한 문제이다. 왜냐하면, 유권자가 전자투표 과정에서 불편함이나 혼란을 느낄 경우, 보통선거 및 평등선거의 원칙이 훼손될 가능성이 있기 때문이다.

선거는 주권을 지닌 국민에게 평등한 자격과 권리를 부여하는 절차인데, 이때 성별이나 학력의 차에 따라 차별이 있어서는 안된다. 그러나 전자투표 과정이 복잡한 경우 유권자의 환경에 따라 투표 과정에서 실수나 어려움이 발생할 수 있다.

실제 미국의 사례를 살펴보자[11]. 2000년 대선부터 전자투표 방식을 부분적으로 도입한 미국의 경우 단기간 내에 투표기와 방법이 자주 변경되는 바람에 투표소에서 투표를 돕는 직원 및 자원봉사자들조차 실수를 하는 경우가 발생하였다. 이는 최종적으로 유권자들의 실수로 이어질 수 있으며, 선거 결과에 영향을 미칠 수 있다.

투표기 자체는 엄격한 검증과정을 거친 이상이 없는 장비들이었지만, 인터페이스를 테스트 하는 항목이 없었기 때문에 예상하지 못한 문제가 발생한 것이다.

사전 훈련을 받는 투표소 직원들조차 실수를 할 수

있는데, 유권자라고 실수를 하지 않을까. 실제 오프라인프리는 시카고에서 투표장을 찾았지만, 터치스크린의 사용 미숙으로 결국 투표에 실패할 뻔 했다고 자신의 TV쇼에서 밝혔다. 다행히 윈프리는 직원의 도움으로 실수를 바로잡을 수 있었다고 한다.

이처럼 사용자 친숙도 또한 투표결과에 영향을 지대한 영향을 미칠 수 있기 때문에 투표기의 신뢰성뿐만 아니라 사용자 친숙도 역시 전자투표 도입의 중요한 요소로서 다루어져야 한다.

3. 전자투표 기술 동향

본 장에서는 현재까지 알려진 여러 가지 투표 방식 중, 사용자 친숙도가 높은 연구들을 살펴본다.

3.1 Pret a Voter^{[12],[13]}

Pret a Voter는 2005년 Peter Y. A. Ryan과 Steve Schneider가 발표한 전자투표 방식으로 현행 투표와 매우 유사한 방법으로 투표가 진행되는 것이 특징이다.

Pret a Voter는 투표소 투표 방식을 근간으로 한다. 따라서 유권자에 대한 인증을 오프라인에서 진행할 수 있기 때문에 보통선거, 직접선거의 원칙을 보장할 수 있다. Pret a Voter는 현행 투표방식과 비교하여 두 가지 점에서 차이를 나타내는데 하나는 투표용지이며, 다른 하나는 투표 결과의 입력 방식이다. 우선 기존 투표용지에 대해 살펴보자. 아래 (그림 1)은 기존 투표용지를 나타낸다.

Anarchist	
Buddhist	
Nihilist	
Solipsist	
Sophist	

(그림 1) 일반적인 투표용지

(그림 1)은 일반적인 투표용지를 나타낸다. 왼쪽에는 후보자 목록이 순서대로 나열되어 있고, 유권자는

오른쪽 공란에 기표함으로써 자신의 의사를 표현할 수 있다. 그리고 투표를 완료한 유권자는 기표결과가 드러나지 않도록 투표용지를 접어 투표함에 넣음으로써 투표를 완료한다.

이제 Pret a Voter의 투표용지를 살펴보자. Pret a Voter의 투표용지는 아래 (그림 2)와 같다.

Nihilist	
Buddhist	
Anarchist	
Sophist	
Solipsist	
	7rJ94K

(그림 2) Pret a Voter 투표용지

(그림 2)에서 왼쪽에 표시된 항목들은 후보자 목록을 나타낸다. 기존 투표용지에서 후보자 목록이 알파벳순으로 정렬된 것인데 반해, Pret a Voter에서는 후보자 목록이 무작위 순으로 섞여있는 것을 확인할 수 있다.

우측 하단에 위치한 “7rJ94K”는 후보자 목록의 Permutation 값을 암호화한 것이다. 즉, Pret a Voter의 투표용지는 후보자 목록을 임의의 조합으로 섞고 조합의 결과를 우측 하단에 표시한 것이다. (그림 2)에서 후보자 목록이 명시된 부분은 left-hand, 그리고 기표를 위한 공란과 암호화된 조합(Permutation)값이 명시된 부분을 right-hand라고 한다.

투표과정은 다음과 같다. 우선 유권자는 해당 투표용지를 받아 지정된 장소에서 공란에 기표를 한다. 그리고 left-hand와 right-hand를 분리한 후, right-hand만 개표기(스캐너)에 입력하여 투표결과를 기록한다. 투표를 마친 후 유권자는 left-hand는 폐기하고 right-hand는 투표 영수증으로 보관한다. 투표 이후 유권자는 자신의 영수증이 공개계시판에 정확히 등록되었는지를 확인함으로써, 자신의 투표가 반영되는지 여부를 알 수 있다.

Pret a Voter의 장점은 높은 사용자 친숙도이다. 현행 투표방식과 비교해 진행과정이 매우 유사하기 때문에 정보화 소외 계층 및 노령층의 투표가 용이하다.

또 현행 투표방식에 비해 추가적인 장비를 필요로 하지 않기 때문에 초기 전자투표 도입비용이 저렴한 것 역시 장점이다. 그러나 Pret a Voter는 높은 친숙도만큼 다양한 단점도 지니고 있다.

첫째, 투표기 대신 종이를 이용한 투표방식을 채택하고 있기 때문에, 사전에 많은 투표용지를 제작해야 하는 단점이 있다. 투표용지의 신뢰성을 보장하기 위해서는 사전에 유권자 수보다 많은 투표용지를 제작하여 모의투표를 통해 투표용지가 조작되지 않았음을 검증해야 하는데, 이 때문에 오히려 현행 투표방식보다 용지 소모가 더 많을 수도 있다.

둘째, Pret a Voter는 유권자가 직접 기표하는 방식이기 때문에 기표의 위치에 따라 무효표가 발생할 수 있다.

셋째, 사용자가 직접 투표용지의 left-hand를 폐기해야 하는데, 모든 유권자가 left-hand를 정상적으로 폐기한다는 보장이 없다. 만약 사용자가 left-hand를 폐기하지 않고 보관할 경우 left-hand와 right-hand를 조합하여 타인에게 자신의 투표결과를 증명할 수 있다.

넷째, 후보자의 목록이 뒤섞이기 때문에 후보자별로 부여되는 기호의 의미가 무색해진다. 기호는 일반적으로 정당 및 현재 국회의 의석수를 반영하고 있으며, 1번을 획득하기 위한 경쟁 또한 치열한데, Pret a Voter 방식에서는 후보자의 기호가 의미가 없다.

3.2 Scantegrity[12],[14]

Scantegrity는 2008년 David Chaum 등에 의해 소개된 전자투표 방식으로 Pret a Voter와는 달리 후보자의 순서를 섞지 않고 후보자를 나타내는 letter를 첨부한 것이 특징이다.

아래 (그림 3)은 Scantegrity의 투표용지를 나타낸다.



(그림 3) Scantegrity 투표용지

투표용지는 위 (그림 3)에서 좌측과 같다. 투표용지에는 후보자의 목록(그림에서는 Alice와 Bob)과 기표를 위한 난이 표시된다. 투표용지의 우측 하단에 표시된 것은 투표용지의 일련번호이다. 투표용지의 일련번호는 바코드 형태와 숫자 형태로 표시된다. 이 일련번호는 또 투표영수증으로 활용된다.

투표용지에서 각 후보자는 하나의 코드와 대응하는데, Alice는 현재 코드 B, Bob은 현재 코드 A와 대응하고 있다.

코드는 투표용지마다 상이하게 배정되기 때문에 B라는 코드만 가지고는 어떤 후보를 나타내는지 결정할 수 없다.

투표과정은 Pret a Voter와 동일하다. 유권자는 지정된 장소에서 인증을 완료한 후 투표를 시작하는데, (그림 3)과 같은 투표용지를 받아 직접 기표를 한다. 기표를 마친 유권자는 개표기(스캐너)를 통해 투표용지를 등록함으로써 투표결과를 기록한다.

투표를 마친 유권자는 투표용지에서 바코드를 (그림 3)과 같이 잘라냄으로써 일련번호를 영수증으로 보관한다. 추후 유권자는 일련번호와 자신이 선택한 후보의 코드를 공개계시판을 통해 확인함으로써 투표결과를 검증할 수 있다.

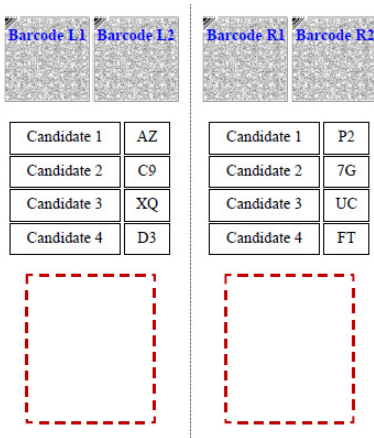
Scantegrity 역시 현행 투표방식과 매우 유사한 절차로 투표가 진행되기 때문에 사용자 친숙도 면에서 우수하다. 그리고 Pret a Voter와는 달리 후보자 목록을 섞지 않기 때문에 기호의 의미 역시 보존할 수 있다. 그러나 사람이 직접 기표하는 방식이기 때문에 일부 무효표가 발생할 수 있으며, 종이로 된 투표용지를 사용해야 하기 때문에 전자투표의 도입으로 인한 비용의 절감효과는 미미하다.

3.3 Lee and Won's Scheme[15]

Pret a Voter는 투표용지를 사용하기 때문에 기존 투표 방식에 비해 비용적 측면에서 절감효과를 기대하는 것이 어렵다. Scantegrity는 유권자가 직접 기표를 해야 하기 때문에, 기존 투표 방식과 마찬가지로 무효표가 발생할 가능성이 있다. 2012년 발표된 Lee and Won's Scheme은 이 두 가지 단점을 보완한 전자투표 방식이다.

Lee and Won이 제안한 전자투표 방식의 전체적인 과정은 Scantegrity와 유사하다. 그러나 유권자가 직접 투표용지에 기표를 하는 것이 아니라 터치스크린을 통해 기표를 한다는 점이 다르다. 투표과정은 다음과 같다.

첫째, 유권자는 물리적으로 제한된 공간에서 신원 인증을 거친다. 신원이 확인된 유권자는 투표기를 통해 투표용지를 발급받는다. 투표용지는 아래 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 투표용지

(그림 4)는 4명의 후보가 출마한 것으로 가정하고 시스템을 구성한 결과이다. 투표용지는 데칼코마니처럼 좌우대칭형이다. 후보자 목록은 양쪽에 모두 동일하게 출력된다. 후보자의 우측에 표시되어 있는 기호들은 후보자의 기호를 ElGamal 암호 알고리즘으로 암호화한 결과이다. ElGamal 암호 알고리즘은 평문과 난수를 입력값으로 받아서 암호문을 출력하는데, 본 시스템에서 각각의 난수는 모두 다르다. 즉, (그림 4)에서는 총 8개의 난수가 사용되었다.

암호 알고리즘의 결과값은 1024비트 또는 2048비트로 가독성이 떨어진다. 이에 Lee and Won은 Reduction 함수를 정의하여, 암호문을 특정 기호로 축약하였다. 'AZ', 'C9' 등의 기호들은 암호문을 축약한 결과이다.

투표용지의 상단에는 L1, L2, R1, R2, 총 4개의 바코드가 출력되어 있다. 여기서 L과 R은 Left와 Right를 나타낸다. L1에는 투표용지의 Left-hand에 표시된

기호들, 'AZ', 'C9', 'XQ', 'D3'와 해당 암호문을 생성하는데 사용된 난수들이 저장되어 있다. R1에는 마찬가지로 Right-hand의 기호와 난수들이 저장되어 있다.

L2와 R2는 각각 반대편의 암호문들을 저장하고 있다. 즉, L2는 Right-hand의 암호문들을 저장하고 있으며, R2는 Left-hand의 암호문들을 저장하고 있다. 이때 암호문들의 순서는 무작위로써, 후보자의 순서를 알 수 없게 한다.

이제 투표용지를 발급받은 유권자는 DRE를 통해 투표용지를 스캔한다. 투표기는 바코드를 스캔하고 바코드에 저장되어 있는 값을 바탕으로 투표화면을 유권자에게 제공한다. 바코드에는 난수와 축약기호, 그리고 암호문이 모두 저장되어 있기 때문에, 유권자는 발급받은 투표용지와 투표기가 읽은 화면이 일치하는지를 확인함으로써, 스캐너가 제대로 동작하는지를 검증할 수 있다.

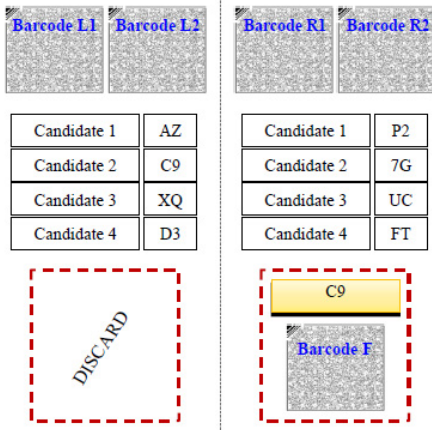
Candidate 1	AZ	Candidate 1	P2
Candidate 2	C9	Candidate 2	7G
Candidate 3	XQ	Candidate 3	UC
Candidate 4	D3	Candidate 4	FT

(그림 5) 투표용지를 스캔한 투표기 화면

유권자는 터치스크린을 통해 투표하고자 하는 후보를 선택한다. 만약 유권자가 기호 2번을 선택하고자 한다면, 'C9'와 '7G' 중 하나를 선택하는, 두 가지 경우의 수가 발생한다. 유권자가 'C9'를 선택했다고 가정하자.

유권자가 'C9'를 선택하면 투표기는 기존 투표용지의 하단에 유권자의 투표값을 출력한다. 이때 투표값은 반대편에 출력된다. 즉, 투표용지의 왼쪽에 있는 'C9'를 선택했기 때문에 투표값은 오른쪽 하단에 출력된다. (그림 6)은 투표를 마친 투표용지를 나타낸다.

투표결과는 유권자가 선택한 'C9'와 바코드 형태로 출력된다. 바코드에는 유권자가 선택한 기호 2번의 암호문과 전자서명이 포함되어 있다. 바코드에 저장된 암호문은 선거관리위원회가 관리하는 서버로 전송되고, 공개계시판을 통해 게시된다.



(그림 6) 투표결과 출력

투표를 마친 유권자는 투표값이 출력되지 않은 반대쪽 투표용지를 잘라서 폐기하고 투표를 종료한다. 투표값이 기록되지 않은 반대편 투표용지는 반드시 폐기되어야 한다. 만약 반대편 투표용지가 폐기되지 않을 경우 Pret a Voter와 같이 매표의 가능성이 존재한다.

투표결과와 검증과정은 다음과 같다. 우선 유권자는 바코드에 저장되어 있는 암호문을 축약하는 경우 기호 'C9'가 나오는지 확인한다. 이를 통해 유권자는 투표기가 투표값을 정확하게 저장했음을 확인할 수 있다. 또, 유권자는 공개계시판에 기록된 암호문이 바코드에 저장된 암호문과 일치하는지 확인함으로써, 유권자의 의사가 개표에 정확히 반영됨을 확신할 수 있다.

2012년 발표된 Lee and Won의 전자투표 방식은 Pret a Voter와 Scantegrity의 단점을 하나씩 개선하였다. 그러나 유권자가 직접 투표용지를 폐기해야 한다는 점과 투표용지를 출력해서 사용한다는 점에서 Pret a Voter가 지니고 있는 단점을 유지하고 있다.

4. 맺음말

본 고에서는 전자투표의 기본적인 개념과 현재까지 발표된 다양한 전자투표 방식을 살펴보았다. 본 고에서 살펴본 전자투표 방식은 모두 투표소 투표 방식이다. 원격 투표 방식은 비밀선거의 원칙을 보장할 수

없기 때문에 도입이 지연되고 있으며, 본격적으로 도입한 나라는 아직까지 에스토니아가 유일하다. 그러나 전자투표의 다양한 장점을 강화하기 위해서는 원격 투표 방식이 도입될 필요가 있으며, 앞으로의 전자투표 연구 또한 그러한 방향으로 나아갈 것이라 예상된다.

에스토니아가 인터넷을 이용한 전자투표를 도입할 수 있었던 가장 큰 이유는 사회적 합의가 바탕이 되었기 때문이다.

에스토니아는 인터넷을 이용한 전자투표의 경우 투표기간 중에 중복투표를 허용하였다. 즉, 유권자는 투표일 내내 여러 번 투표를 진행할 수 있다. 단, 최종적으로 기록되는 의사는 유권자가 가장 마지막에 실시한 투표 결과로 한다. 또, 에스토니아는 이를 위해 제도적으로도 헌법 수정 등을 통해 인터넷을 이용한 전자투표 실시를 위한 기반을 마련하였다. 이는 전자투표 연구가 비단 기술적인 방법뿐만 아니라 법적/제도적인 연구까지 수반해야 함을 의미한다.

투표율이 하락하고 투표일을 공휴일로 여기는 것이 비단 외국의 사례만은 아니다. 우리나라 역시 최근 들어 급락하는 20대 유권자의 투표율 때문에 많은 고민 거리를 안고 있다. 전자투표의 도입은 분명 이러한 현상을 해결하는데 기여할 수 있다. 단, 전자투표의 도입을 위해서는 기술적인 안전성 보장, 사용자 편의성 보장 그리고 성숙한 시민문화를 바탕으로 한 사회적 합의가 반드시 선행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 중앙선거관리위원회, <http://www.nec.go.kr>
- [2] 디지털타임스 칼럼, http://www.dt.co.kr-/contents.html?article_no=2011012802010151697024
- [3] Election Incident Reporting System, <https://voteprotect.org>
- [4] 전자선거추진협의회, <http://www.e-voting.go.kr>
- [5] 이운호, 이광우, 박상준, 김승주, 원동호, “향상된 사용자 편의성을 갖는 안전한 전자 투표 영수증 발급 방식”, 한국정보보호학회 학회지 제17권 제4호, pp83-92, 2007.08.
- [6] C.A.Neff and J.Adler, “Verifiable e-Voting: Indisputable Electronic Elections at PollingPlaces”, <http://www>

- votehere.net/vhti/documentation/VH_VHTi_WhitePaper.pdf, VoteHere Inc, 2003.
- [7] C.Karlof, N.Sastry and D.Wagner, "Cryptographic Voting Protocol : A Systems Perspective", Proc of 14th USENIX Security Symposium(USENIX2005), pp33-50, 2005.
- [8] 이광우, 이윤호, 원동호, 김승주, "전자투표 신뢰성 향상을 위한 투표자 검증용 영수증 발급 기술", 한국정보보호학회 논문지 제16권 제4호, pp119-126, 2006.08.
- [9] P.Golle, M.Jakobsson, A.Juels, and P.Syverson, "Universal Re-Encryption for Mixnets", CT-RSA 2004, LNCS 2964, pp38-47, Jan. 2004.
- [10] C.A.Neff, "A Verifiable Secret Shuffle and Its Application to E-Voting", Proc of the 8th ACM Conference on Computers and Communications Security, pp116-125, 2001.
- [11] 미국 대선 전자투표의 잠재적 위협, <http://www.idg.co.kr/newscenter/common/newCommonView.do?newsId=51831>
- [12] 전용렬, 이윤호, 원동호, "전자투표 시스템 실용화 현황과 전망", 한국정보보호학회지, 제21권, 제2호, 2011.04.
- [13] Peter Y.A. Ryan, and T.Peacock, "Pret a Voter: a System Perspective", <http://www.cs.ncl.ac.uk/research/pubs/trs/papers/929.pdf>, School of Computing Science, University of Newcastle, Sep. 2005.
- [14] D.Chaun, A.Essex, R.Carback, A.Sherman, J.Clark, S.Popoveniuc and P.Vora, "Scantegrity: End-to-End Voter-Verifiable Optical Scan Voting", IEEE Security & Privacy, pp40-46, Jun. 2008.
- [15] Yunho Lee and Dongho Won, "A Practical and Secure Electronic Election System", ETRI Journal, pp.55-65, Feb. 2012.
- [16] D.Chaun, P.Y.A.Ryan and S.Schneider, "A Practical Voter-Verifiable Election Scheme", Proc of 10th European Symposium on Research in Computer Security (ESORICS2005), LNCS3679, pp118-139, 2005.
- [17] 조희정, "전자민주주의와 인터넷 투표 - 에스토니아 사례를 중심으로", 한국정당학회 학회보 제7권 제2호, pp159-187, 2008.
- [18] R.Michael Alvarez, Thad E. Hall, and Alexander H. Trechsel, "Internet Voting in Comparative Perspective: The Case of Estonia", PS: Political Science & Politics Volume 42, Issue 03, pp497-505, Jun. 2009.
- [19] Yunho Lee, Sangjoon Park, Masahiro Mambo, Seungjoo Kim, and Dongho Won, "Towards trustworthy e-voting using paper receipts", Computer Standards & Interface, Volume 32, Issues 5-6, pp305-311, Oct. 2010.

● 저 자 소 개 ●



전 응 렬

2006년 성균관대학교 컴퓨터공학과(공학사)
2008년 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과(공학석사)
2008년~현재 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 박사과정
관심분야 : 암호, 공통평가기준, 전자투표 등
E-Mail : wrjeon@security.re.kr



원 동 호

1976년~1988년 성균관대학교 전자공학과(학사, 석사, 박사)
1978년~1980년 한국전자통신연구원 전임연구원
1995년~1997년 성균관대학교 교학처장
1997년~1998년 정보화추진위원회 자문위원(발령 정보화추진위원회 위원장 국무총리)
1999년~2001년 성균관대학교 정보통신대학원 원장
2002년~2003년 한국정보보호학회 회장
2002년~2004년 성균관대학교 연구처장
2005년~현재 정보보호인증기술연구소 소장
2009년~현재 성균관대학교 BK21 사업단장
관심분야 : 암호이론, 정보이론, 정보보호
E-Mail : dhwon@security.re.kr