

2017

국가암호공모전(II-B)

형태보존암호(FPE)를 적용한 시각 장애인용 키패드

INDEX

01 연구 배경

02 문제점

03 제안 기법

04 결론 및 향후 계획

01

연구 배경

- 연구 배경

- ‘시큐어패스(키보드 입력 패스워드 대체수단)’의 장애인에 대한 웹 접근성 무시 논란[1](2010.04.15)
- 국가인권위원회, “시각장애인 점자보안카드 미발급은 차별”[2] (‘장애인차별금지법’ 제 17조 금융서비스 차별금지 조항 위반, 2010.09.13)
- 다양한 시각장애인용 키보드 시스템 및 앱에서의 시각장애인 사용의 불편함과 어깨너머 공격의 취약성 문제 발생 가능
- 금융 보안 사고 및 관련 법률 제정에 따른 민감 정보의 암호화 필수적
- 보안성 확보를 위한 금융 시스템의 변경 시 많은 비용과 시간 소비
- 시각장애인의 사용 편리성과 FPE 형태보존암호를 통한 보안성을 갖춘 키패드를 제안하고자 함

02

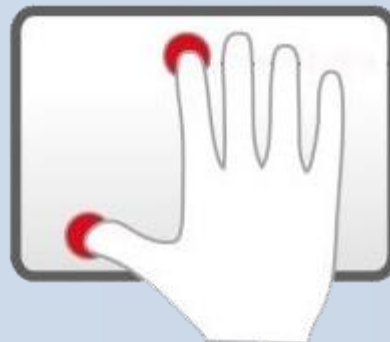
문제점

- 문제점(1/3)

- 기존 시각장애인용 키보드 시스템에 대한 시각장애인의 이용 불편함 야기
 - 아이폰 점자 필름[3]:일반형(f, j 제외)과 고급형으로 나누어지며, 아이폰6, 6S, 7을 기준으로 함(지원 아이폰 기종 사용 및 고급형을 통한 사용의 필요성 요구)
 - 업센스 키보드[4]: 사용자의 손가락 5개의 위치를 통한 입력 방식, 손가락 터치별 입력 정보에 대한 속지 및 작은 스마트폰에서의 사용의 불편성 야기)



〈아이폰 점자 필름〉



〈업센스 키보드 원리〉

• 문제점(2/3)

- 기존 시각장애인용 키보드 시스템의 보안 문제점 발생 가능
 - 아이폰 점자 필름: 필름의 도난 위험성, 어깨 넘어 공격에 취약, 암호화 미 제공[3]
 - 업센스 키보드[4], 손가락 터치 기반의 한글 입력 인터페이스[5]: 손가락 5개의 터치를 통한 입력 방식, 어깨 넘어 공격에 취약, 암호화 미 제공
 - 시각 장애인을 위한 안드로이드 플터치 점자 키보드(2013 대학창의발명대회 대상)[6]: 6점식 점자 체계 기반 태핑, 플리핑을 통한 입력 가능, 어깨 넘어 공격에 취약, 암호화 미 제공
 - 구글 시각장애인용 터치스크린 다이얼UI(Eyes-Free): 임의의 위치에서든 “5”를 기준으로 드래그를 통한 원하는 숫자 입력 가능, 어깨 넘어 공격에 취약, 암호화 미 제공[7]



〈Eyes-Free〉



〈시각 장애인을 위한 안드로이드
플터치 점자 키보드〉

- 문제점(3/3)

- 금융 보안 사고 발생 및 관련 법률 재정

- 국내 주요 카드 3사의 고객정보 유출(2014.01)[8], 국내 카드회사 선불카드 정보 유출(2016.02)[9], 영국 테스코 은행 해킹사고(정보유출)(2016.11)[10]
- 개인정보보호법 제23조 2항: 민감 정보가 분실, 유출, 훼손되지 않도록 안정성 확보 조치를 의무화함
 - 모든 민감 정보는 암호화 필수(암호화 대상: 고유식별번호, 비밀번호, 생체 정보 등)[11]

- 기존 금융 시스템의 변경 문제

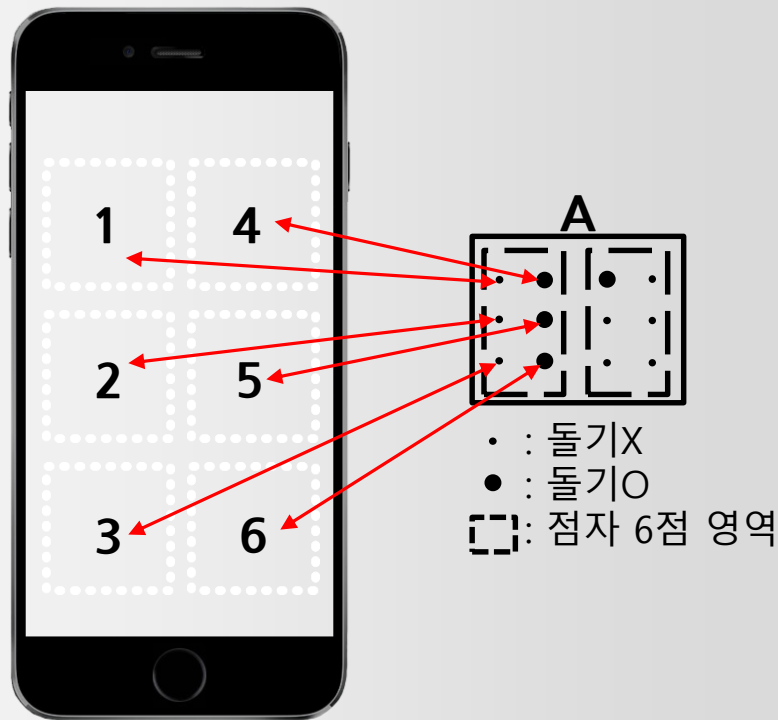
- 기존 금융 시스템에 대해 블록 암호, 공개키 암호 적용 시, 시스템의 연산 증가 및 금융 시스템의 DB 수정이 불가피함(데이터 크기 증가 및 데이터 유형 변경 등)

03

제안 기법

제안 방식(1/4)

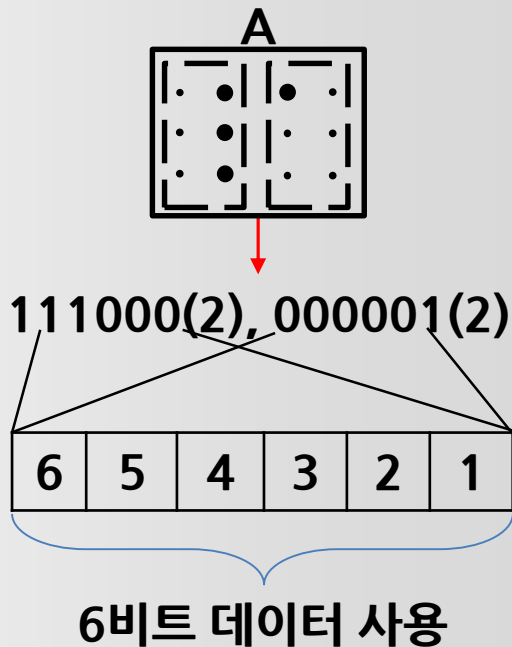
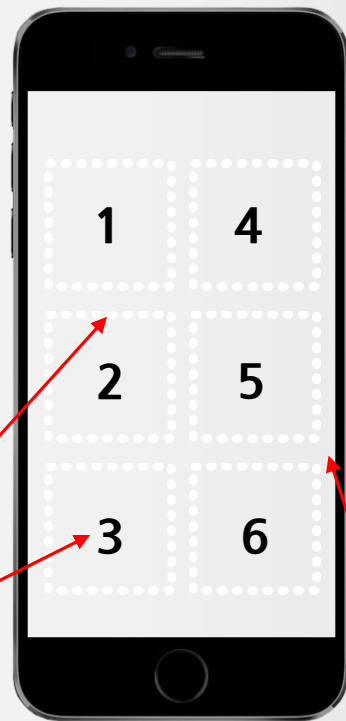
- 6점식 점자의 돌기 방식의 정보 제공 특성과 스마트폰의 터치 다운/업, 무브 이벤트 특성 이용
- 6점식 점자(BANA코드[8])의 6점 영역과 스마트폰의 6개 영역으로의 매핑
- 점자의 돌기 위치를 시각 장애인의 터치 업 이벤트를 통한 입력 방식 사용
- 키패드 사용을 위한 시각 장애인의 **교육 불필요**
- 시각 장애인의 키패드 **사용 효율성 강화**



- 제안 방식(2/4)

- 한 개의 점자당 최대 12비트 데이터 사용(6비트*2), BANA코드 기반
- 6비트 데이터와 키패드의 6개 영역 간 매핑
- 입력 받은 12비트 데이터와 점자가 나타내는 문자와의 매핑 기능 제공

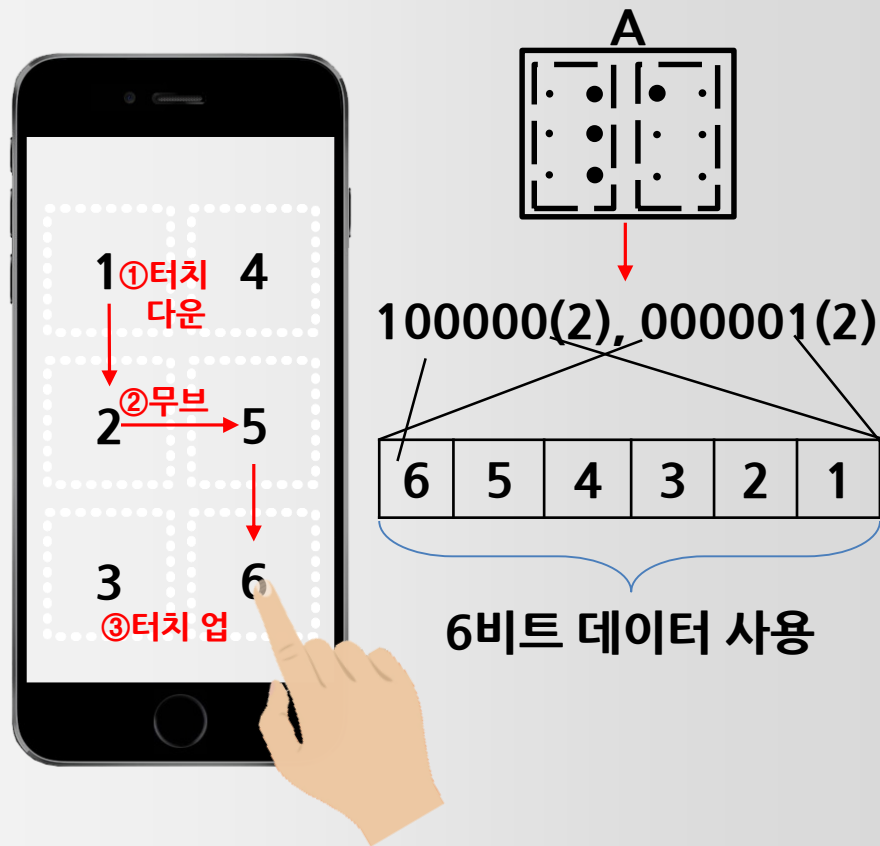
구역별 경계 상에서
진동 발생
점자 입력(6점)을
위한 영역 설정



입력 화면의 경우,
검은색으로
처리(보안성 제공)

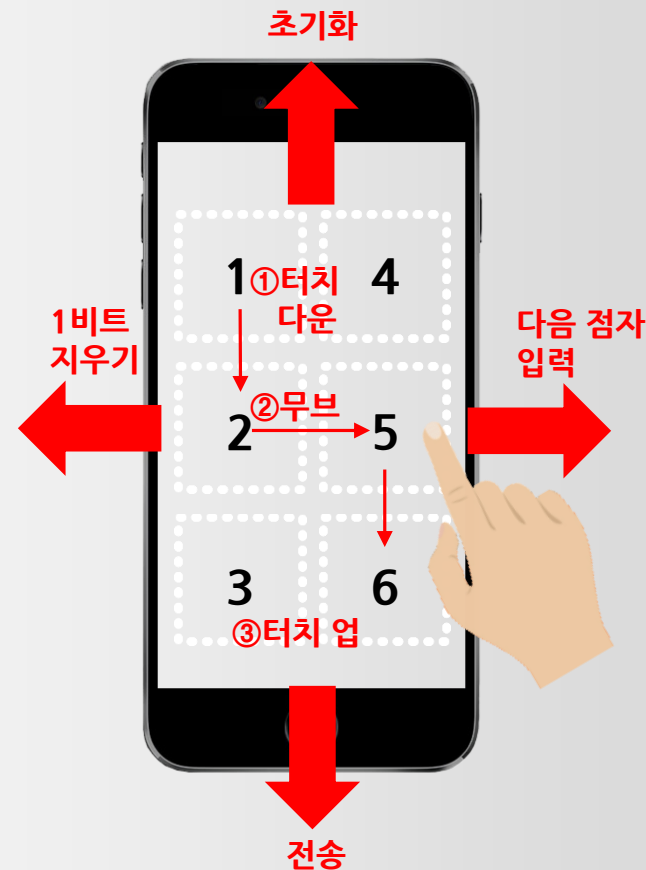
제안 방식(2/4)

- 영역별 경계선 상에서의 진동 기능 제공(사용자의 효율적인 영역 인식 및 어깨너머 공격에 대한 강인성 제공)
- 검은색 화면 상에서 사용자의 터치와 무브 기반 입력 방식 제공(어깨너머 공격에 대한 강인성 제공)
- 사용자 터치 업 이벤트 발생 시점에서의 손가락의 좌표에 대한 영역 계산을 통한 사용자 입력 값(점자의 돌기 위치) 처리



• 제안 방식(3/4)

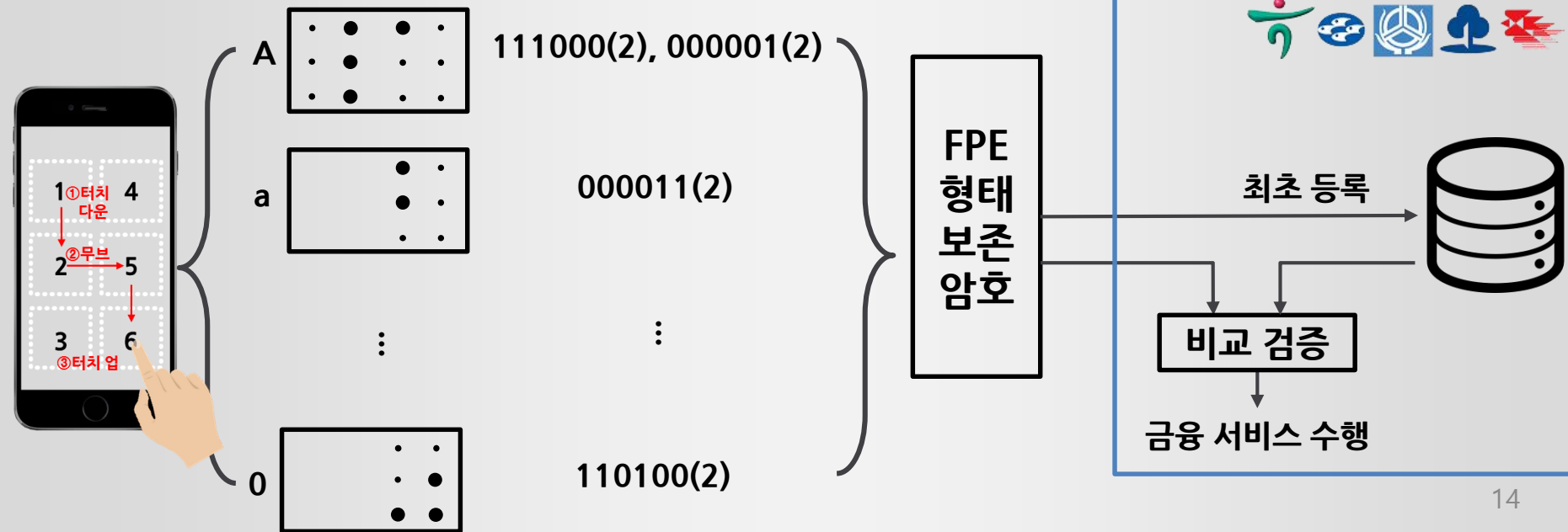
- 상하좌우 드래그를 통한 다음 입력, 1비트 지우기, 초기화, 전송 기능 제공
- 사용자의 단순 터치 다운&터치 업을 통한 점자 입력 가능
- 같은 점자에 대해서 터치 다운& 업, 무브 이벤트의 조합에 따라 **입력 패턴의 다양성 대응 및 어깨 넘어 공격에 대한 대응성 확보 가능**
- NIST SP 800-38G의 **FF3 형태 보존암호¹⁾** 적용
- FPE 형태 보존 암호 적용을 통한 **보안성 확보**



1) Miracl, C/C++기반의 BPS 라이브러리, 상업 라이선스 및 AGPL

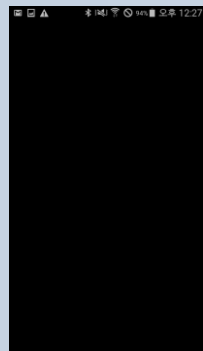
제안 방식(4/4)

- 금융권 DB 처리 효율성 강화(기존 블록 암호 사용 대비)
- 금융 서비스 및 다양한 응용 서비스 적용 가능



• 제안 방식 성능 평가(1/2)

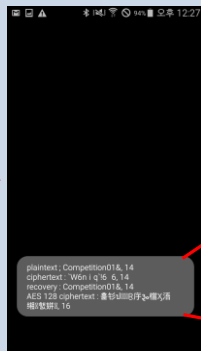
- 제안 방식 기반 비밀번호 입력/결과 테스트
- 동일 글자에 대한 터치 다운&업, 무브 이벤트에 대한 다양성 적용 테스트 완료
- 일반인 기준 글자당 최대 10초 소요, 시각 장애인의 경우, 일반인보다 빠르게 입력이 가능할 것으로 예상됨



터치 다운&업,
무브 이벤트 기반
입력



상하좌우 드래그
기반 데이터 처리



〈제안 기법 테스트 진행 순서〉

출력 순서

평문: 평문, 바이트 크기

암호문: 암호문, 바이트 크기

복호화 결과(FPE): 복호화 결과, 바이트 크기

복호화 결과(AES-128): 복호화 결과, 바이트 크기

```
plaintext ; Competition01&, 14
ciphertext : `W6n i q`l6 6, 14
recovery : Competition01&, 14
AES 128 ciphertext : 肅钐lR序3.檔X语
缃讠讠, 16
```

〈제안 기법 테스트 결과〉

- 형태 보존 암호(FPE) 적용 결과와 AES-128 블록 암호 적용 결과 비교
- 형태 보존 암호 적용의 장점: 형태 및 데이터 크기 보존

형태보존암호(FPE)를 사용할 경우
plaintext, ciphertext, recovery 길이가 모두 같음
AES128을 사용할 경우 같은 plaintext
에서 암호화 결과 길이가 길어짐

```
plaintext : Security2017$, 13  
ciphertext : ^+Bj3 i , 13  
recovery : Security2017$, 13  
AES 128 ciphertext : 仝렐윳罊m凭璩늑檔X潁  
緗궡궏궒, 16
```

```
plaintext ; Competition01&, 14
ciphertext : `W6n i q`!6 6, 14
recovery : Competition01&, 14
AES 128 ciphertext : 壹钡山R序3檔X语
  緬數餅 16
```

```
plaintext ; Infosec6405-1!@, 15
ciphertext : tA" |kj FYc , 15
recovery : Infosec6405-1!@, 15
AES 128 ciphertext : 𐄂𐄃𐄄𐄅𐄆𐄇𐄈𐄉𐄊𐄋𐄌𐄍𐄎𐄏𐄐𐄑𐄒𐄓𐄔𐄕𐄖𐄗𐄘𐄙𐄚𐄛𐄜𐄝𐄞𐄟𐄠𐄡𐄢𐄣𐄤𐄥𐄦𐄧𐄨𐄩𐄪𐄫𐄬𐄭𐄮𐄯𐄰𐄱𐄲𐄳𐄴𐄵𐄶𐄷𐄸𐄹𐄺𐄻𐄼𐄽𐄾𐄿𐅀𐅁𐅂𐅃𐅄𐅅𐅆𐅇𐅈𐅉𐅊𐅋𐅌𐅍𐅎𐅏𐅐𐅑𐅒𐅓𐅔𐅕𐅖𐅗𐅘𐅙𐅚𐅛𐅜𐅝𐅞𐅟𐅠𐅡𐅢𐅣𐅤𐅥𐅦𐅧𐅨𐅩𐅪𐅫𐅬𐅭𐅮𐅯𐅰𐅱𐅲𐅳𐅴𐅵𐅶𐅷𐅸𐅹𐅺𐅻𐅼𐅽𐅾𐅿𐆀𐆁𐆂𐆃𐆄𐆅𐆆𐆇𐆈𐆉𐆊𐆋𐆌𐆍𐆎𐆏𐆐𐆑𐆒𐆓𐆔𐆕𐆖𐆗𐆘𐆙𐆚𐆛𐆜𐆝𐆞𐆟𐆠𐆡𐆢𐆣𐆤𐆥𐆦𐆧𐆨𐆩𐆪𐆫𐆬𐆭𐆮𐆯𐆰𐆱𐆲𐆳𐆴𐆵𐆶𐆷𐆸𐆹𐆺𐆻𐆼𐆽𐆾𐆿𐇀𐇁𐇂𐇃𐇄𐇅𐇆𐇇𐇈𐇉𐇊𐇋𐇌𐇍𐇎𐇏𐇐𐇑𐇒𐇓𐇔𐇕𐇖𐇗𐇘𐇙𐇚𐇛𐇜𐇝𐇞𐇟𐇠𐇡𐇢𐇣𐇤𐇥𐇦𐇧𐇨𐇩𐇪𐇫𐇬𐇭𐇮𐇯𐇰𐇱𐇲𐇳𐇴𐇵𐇶𐇷𐇸𐇹𐇺𐇻𐇼𐇽𐇾𐇿𐈀𐈁𐈂𐈃𐈄𐈅𐈆𐈇𐈈𐈉𐈊𐈋𐈌𐈍𐈎𐈏𐈐𐈑𐈒𐈓𐈔𐈕𐈖𐈗𐈘𐈙𐈚𐈛𐈜𐈝𐈞𐈟𐈠𐈡𐈢𐈣𐈤𐈥𐈦𐈧𐈨𐈩𐈪𐈫𐈬𐈭𐈮𐈯𐈰𐈱𐈲𐈳𐈴𐈵𐈶𐈷𐈸𐈹𐈺𐈻𐈼𐈽𐈾𐈿𐉀𐉁𐉂𐉃𐉄𐉅𐉆𐉇𐉈𐉉𐉊𐉋𐉌𐉍𐉎𐉏𐉐𐉑𐉒𐉓𐉔𐉕𐉖𐉗𐉘𐉙𐉚𐉛𐉜𐉝𐉞𐉟𐉠𐉡𐉢𐉣𐉤𐉥𐉦𐉧𐉨𐉩𐉪𐉫𐉬𐉭𐉮𐉯𐉰𐉱𐉲𐉳𐉴𐉵𐉶𐉷𐉸𐉹𐉺𐉻𐉼𐉽𐉾𐉿𐊀𐊁𐊂𐊃𐊄𐊅𐊆𐊇𐊈𐊉𐊊𐊋𐊌𐊍𐊎𐊏𐊐𐊑𐊒𐊓𐊔𐊕𐊖𐊗𐊘𐊙𐊚𐊛𐊜𐊝𐊞𐊟𐊠𐊡𐊢𐊣𐊤𐊥𐊦𐊧𐊨𐊩𐊪𐊫𐊬𐊭𐊮𐊯𐊰𐊱𐊲𐊳𐊴𐊵𐊶𐊷𐊸𐊹𐊺𐊻𐊼𐊽𐊾𐊿𐋀𐋁𐋂𐋃𐋄𐋅𐋆𐋇𐋈𐋉𐋊𐋋𐋌𐋍𐋎𐋏𐋐𐋑𐋒𐋓𐋔𐋕𐋖𐋗𐋘𐋙𐋚𐋛𐋜𐋝𐋞𐋟𐋠𐋡𐋢𐋣𐋤𐋥𐋦𐋧𐋨𐋩𐋪𐋫𐋬𐋭𐋮𐋯𐋰𐋱𐋲𐋳𐋴𐋵𐋶𐋷𐋸𐋹𐋺𐋻𐋼𐋽𐋾𐋿𐌀𐌁𐌂𐌃𐌄𐌅𐌆𐌇𐌈𐌉𐌊𐌋𐌌𐌍𐌎𐌏𐌐𐌑𐌒𐌓𐌔𐌕𐌖𐌗𐌘𐌙𐌚𐌛𐌜𐌝𐌞𐌟𐌠𐌡𐌢𐌣𐌤𐌥𐌦𐌧𐌨𐌩𐌪𐌫𐌬𐌭𐌮𐌯𐌰𐌱𐌲𐌳𐌴𐌵𐌶𐌷𐌸𐌹𐌺𐌻𐌼𐌽𐌾𐌿𐍀𐍁𐍂𐍃𐍄𐍅𐍆𐍇𐍈𐍉𐍊𐍋𐍌𐍍𐍎𐍏𐍐𐍑𐍒𐍓𐍔𐍕𐍖𐍗𐍘𐍙𐍚𐍛𐍜𐍝𐍞𐍟𐍠𐍡𐍢𐍣𐍤𐍥𐍦𐍧𐍨𐍩𐍪𐍫𐍬𐍭𐍮𐍯𐍰𐍱𐍲𐍳𐍴𐍵𐍶𐍷𐍸𐍹𐍺𐍻𐍼𐍽𐍾𐍿𐎀𐎁𐎂𐎃𐎄𐎅𐎆𐎇𐎈𐎉𐎊𐎋𐎌𐎍𐎎𐎏𐎐𐎑𐎒𐎓𐎔𐎕𐎖𐎗𐎘𐎙𐎚𐎛𐎜𐎝𐎞𐎟𐎠𐎡𐎢𐎣𐎤𐎥𐎦𐎧𐎨𐎩𐎪𐎫𐎬𐎭𐎮𐎯𐎰𐎱𐎲𐎳𐎴𐎵𐎶𐎷𐎸𐎹𐎺𐎻𐎼𐎽𐎾𐎿𐏀𐏁𐏂𐏃𐏄𐏅𐏆𐏇𐏈𐏉𐏊𐏋𐏌𐏍𐏎𐏏𐏐𐏑𐏒𐏓𐏔𐏕𐏖𐏗𐏘𐏙𐏚𐏛𐏜𐏝𐏞𐏟𐏠𐏡𐏢𐏣𐏤𐏥𐏦𐏧𐏨𐏩𐏪𐏫𐏬𐏭𐏮𐏯𐏰𐏱𐏲𐏳𐏴𐏵𐏶𐏷𐏸𐏹𐏺𐏻𐏼𐏽𐏾𐏿𐐀𐐁𐐂𐐃𐐄𐐅𐐆𐐇𐐈𐐉𐐊𐐋𐐌𐐍𐐎𐐏𐐐𐐑𐐒𐐓𐐔𐐕𐐖𐐗𐐘𐐙𐐚𐐛𐐜𐐝𐐞𐐟𐐠𐐡𐐢𐐣𐐤𐐥𐐦𐐧𐐨𐐩𐐪𐐫𐐬𐐭𐐮𐐯𐐰𐐱𐐲𐐳𐐴𐐵𐐶𐐷𐐸𐐹𐐺𐐻𐐼𐐽𐐾𐐿𐑀𐑁𐑂𐑃𐑄𐑅𐑆𐑇𐑈𐑉𐑊𐑋𐑌𐑍𐑎𐑏𐑐𐑑𐑒𐑓𐑔𐑕𐑖𐑗𐑘𐑙𐑚𐑛𐑜𐑝𐑞𐑟𐑠𐑡𐑢𐑣𐑤𐑥𐑦𐑧𐑨𐑩𐑪𐑫𐑬𐑭𐑮𐑯𐑰𐑱𐑲𐑳𐑴𐑵𐑶𐑷𐑸𐑹𐑺𐑻𐑼𐑽𐑾𐑿𐒀𐒁𐒂𐒃𐒄𐒅𐒆𐒇𐒈𐒉𐒊𐒋𐒌𐒍𐒎𐒏𐒐𐒑𐒒𐒓𐒔𐒕𐒖𐒗𐒘𐒙𐒚𐒛𐒜𐒝𐒞𐒟𐒠𐒡𐒢𐒣𐒤𐒥𐒦𐒧𐒨𐒩𐒪𐒫𐒬𐒭𐒮𐒯𐒰𐒱𐒲𐒳𐒴𐒵𐒶𐒷𐒸𐒹𐒺𐒻𐒼𐒽𐒾𐒿𐓀𐓁𐓂𐓃𐓄𐓅𐓆𐓇𐓈𐓉𐓊𐓋𐓌𐓍𐓎𐓏𐓐𐓑𐓒𐓓𐓔𐓕𐓖𐓗𐓘𐓙𐓚𐓛𐓜𐓝𐓞𐓟𐓠𐓡𐓢𐓣𐓤𐓥𐓦𐓧𐓨𐓩𐓪𐓫𐓬𐓭𐓮𐓯𐓰𐓱𐓲
```

〈제안 기법 테스트 화면〉

〈제안 기법 테스트 결과〉

• 제안 방식 특성 평가

- 기존 시각 장애인용 키보드/키패드의 어깨 넘어 공격 대응, 보안성 확보, 장애인의 사용 불편성/재교육 등의 관점에서 특성평가
- 제안 기법의 장점: **어깨 넘어 공격 대응성, 보안성 확보, 장애인 사용의 효율성**

	어깨 넘어 공격 대응	보안성 확보	장애인 사용 불편성/재교육
아이폰 점자 필름[3]	X	X	X
업센스 키보드[4]	X	X	O
손가락 터치 기반의 한글 입력 인터페이스[5]	X	X	O
시각 장애인을 위한 안드로이드 풀터치 점자 키보드[6]	X	X	X
구글 시각장애인용 터치스크린 다이얼UI(Eyes-Free)[7]	X	X	O
제안 기법	O	O	X

04

결론 및 향후 계획

- 결론

- 기존 시각장애인용 키보드 시스템의 시각장애인의 **사용 편리성 강화**
 - BANA코드 기반의 6점식 점자 체계 입력 방식 제공(터치 다운&업, 무브 기반)
 - 상하좌우 드래그를 통한 다음 입력, 초기화, 지우기, 전송 기능 제공
- 시각장애인용 키보드 시스템의 **보안성 강화**
 - 터치 다운&업, 무브 이벤트 기반 입력 다양성 및 시각적 UI 미제공을 통한 어깨 넘어 공격에 대한 강인성 제공
 - FPE 형태 보존 암호 적용을 통한 데이터 보안성 제공
- 금융 및 응용 서비스 **DB 및 암호/복호화의 효율성 강화**
 - FPE 형태 보존 암호 적용을 통한 기존 블록암호 대비 DB 처리, 암호/복호화 과정의 효율성 강화

- **향후 계획**

- 제안 기법에 대한 시각 장애인 테스트 및 추가 요구사항 반영
 - 시각 장애인 대상의 제안 기법 테스트 진행 예정
 - 시각 장애인들의 추가적인 요구사항 반영을 통한 제안 기법 고도화 예정
- 제안 기법에 대한 국내 형태 보존 암호 표준(FEA) 적용 예정
 - 제안 기법에 대한 국내 형태 보존 암호 표준인 FEA를 적용을 통한 국산 암호 발전 기대
- 제안 기법 기반의 시각장애인용 OTP(One-Time Pad) 연구 개발
 - BANA코드 기반의 6점식 점자 체계 진동 방식 제공(터치 다운&업, 무브 및 영역별 진동 제공)
 - FPE 형태보존암호 및 블록 암호(LEA, SEED 등), 해시 함수(SHA-2, LSH 등) 적용을 통한 보안성 제공

THE

END

감 사 합 니 다

• BANA 코드(Braille Authority of North America Code)[12](1/2)

번호	영어 명칭	국어 명칭	기호	점자	번호	영어 명칭	국어 명칭	기호	점자
33	exclamation	느낌표	!	⠠	58	colon	쌍점	:	⠠
34	quotation mark	큰따옴표	"	⠡	59	semicolon	쌍반점	;	⠠
35	number	올림표, 숫자표	#	⠠	60	less than	여는 홑화살괄호(일반) 보다 작다(수학)	<	⠠
36	dollar	달러 기호	\$	⠠	61	equals	등호	=	⠠
37	percent	백분율 기호	%	⠠	62	greater than	닫는 홑화살괄호(일반) 보다 크다(수학)	>	⠠
38	ampersand	그리고 기호	&	⠠	63	question mark	물음표	?	⠠
39	apostrophe	어긋점	'	⠠	64	at	골뱅이	@	⠠
40	left parenthesis	여는 소괄호	(	⠠	65	A	에이	A	⠠
41	right parenthesis	닫는 소괄호	)	⠠	66	B	비	B	⠠
42	asterisk	별표(일반), 곱셈표(수학)	*	⠠	67	C	시	C	⠠
43	plus	덧셈표	+	⠠	68	D	디	D	⠠
44	comma	쉼표	,	⠠	69	E	이	E	⠠
45	dash	볼임표(일반), 빼셈표(수학)	-	⠠	70	F	에프	F	⠠
46	period	마침표	.	⠠	71	G	지	G	⠠
47	slash	빗금(일반), 나눗셈표, 분수 표(수학)	/	⠠	72	H	에이치	H	⠠
48	zero	영	0	⠠	73	I	아이	I	⠠
49	one	일	1	⠠	74	J	제이	J	⠠
50	two	이	2	⠠	75	K	케이	K	⠠
51	three	삼	3	⠠	76	L	엘	L	⠠
52	four	사	4	⠠	77	M	엠	M	⠠
53	five	오	5	⠠	78	N	엔	N	⠠
54	six	육	6	⠠	79	O	오	O	⠠
55	seven	칠	7	⠠	80	P	피	P	⠠
56	eight	팔	8	⠠	81	Q	큐	Q	⠠
57	nine	구	9	⠠	82	R	아르	R	⠠

• BANA 코드(Braille Authority of North America Code)[12](2/2)

번호	영어 명칭	국어 명칭	기호	점자	번호	영어 명칭	국어 명칭	기호	점자
83	S	에스	S	⠠⠠⠠	105	I	아이	i	⠠⠠
84	T	티	T	⠠⠠	106	j	제이	j	⠠⠠
85	U	유	U	⠠⠠	107	k	케이	k	⠠⠠
86	V	브이	V	⠠⠠	108	l	엘	l	⠠⠠
87	W	더블유	W	⠠⠠	109	m	엠	m	⠠⠠
88	X	엑스	X	⠠⠠	110	n	엔	n	⠠⠠
89	Y	와이	Y	⠠⠠	111	o	오	o	⠠⠠
90	Z	제트	Z	⠠⠠	112	p	피	p	⠠⠠
91	left bracket	여는 대괄호	[	⠠⠠	113	q	큐	q	⠠⠠
92	back slash	역빗금	\	⠠⠠	114	r	아르	r	⠠⠠
93	right bracket	닫는 대괄호	]	⠠⠠	115	s	에스	s	⠠⠠
94	caret	상향 화살촉	^	⠠⠠	116	t	티	t	⠠⠠
95	underline	밑줄	_	⠠⠠	117	u	유	u	⠠⠠
96	grave accent	원 윗 빗점	`	⠠⠠	118	v	브이	v	⠠⠠
97	a	에이	a	⠠⠠	119	w	더블유	w	⠠⠠
98	b	비	b	⠠⠠	120	x	엑스	x	⠠⠠
99	c	시	c	⠠⠠	121	y	와이	y	⠠⠠
100	d	디	d	⠠⠠	122	z	제트	z	⠠⠠
101	e	이	e	⠠⠠	123	left brace	여는 중괄호	{	⠠⠠
102	f	에프	f	⠠⠠	124	vertical bar	세로줄	|	⠠⠠
103	g	지	g	⠠⠠	125	right brace	닫는 중괄호	}	⠠⠠
104	h	에이치	h	⠠⠠	126	tilde	물결표	~	⠠⠠

참 고 문 헌

- [1] 전자신문(2010), “키보드 안쓰는 패스워드 방식... “웹 접근성 외면” 장애인 단체 반발”, 4월 16일
- [2] 국가인권위원회, “시각장애인 점자보안카드 미발급은 차별”(보도자료), 2010.09.13
- [3] a.t. guys, iPhone 6, 6S, and 7 Protectors, available at http://www.atguys.com/store/index.php?main_page=index&cPath=15_31 (accessed SEP 02, 2017)
- [4] beSUCCESS(2014), “기술은 심봉사도 눈 뜨게 만든다, 시각 장애인을 위한 모바일 서비스의 미래”, 4월 1일
- [5] 강승식, and 최윤승. “시각 장애인의 입력 편의성 향상을 위한 손가락 터치 기반의 한글 입력 인터페이스.” 정보과학회논문지 43.11 (2016): 1307-1314.
- [6] 윤영미 et al. “시각 장애인을 위한 안드로이드 풀터치(full-touch) 점자 키보드”, 2013 대학창의발명대회, 2013.11.05
- [7] MIT Technology Review(2009), “Google Explores “Eyes-Free” Phone”, <https://www.technologyreview.com/s/413671/google-explores-eyes-free-phones/> (accessed SEP 02, 2017)
- [8] 위키피디아, “2014년 대한민국 개인정보 대량 유출 사건”, https://ko.wikipedia.org/wiki/2014%EB%85%84_%EB%8C%80%ED%95%9C%EB%AF%BC%EA%B5%AD_%EA%B0%9C%EC%9D%B8%EC%A0%95%EB%B3%B4_%EB%8C%80%EB%9F%89%EC%9C%A0%EC%B6%9C_%EC%82%AC%EA%B1%B4 (2017년 9월 2일 방문)
- [9] 동아일보(2016), “[단독]카드社 해킹당해 선불카드 털렸다”, 2월 19일
- [10] 보안뉴스(2016), “영국의 테스코뱅크 4만 개 계좌 해킹당하다”, 11월 8일
- [11] 국가법령정보센터, “개인정보 보호법”, <http://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EA%B0%9C%EC%9D%B8%EC%A0%95%EB%B3%B4%20%EB%B3%B4%ED%98%B8%EB%B2%95> (2017년 9월 2일 방문)
- [12] 국립국어원, “[개정] 한국 점자 규정”, 문화체육관광부고시 제 2017-15호, 2017.01.02