JSON-LD BSS+ 테스트 진행 내역

목표

: JSON-LD 기반으로 작성된 VC에 대해 BBS 서명을 통한 선택적 증명 과정을 구현하고 검증하자

검증 리스트

1 ☑ 올바른 기능 동작 : VC에 대해서 선택적 제시가 올바르게 되고 있는가?
2 ☑ 발급 기관의 유효성 : 발급된 VC가 정말 해당 Issuer가 발급한 것인가?
3 ☑ 데이터의 무결성1 : Issuer가 발급한 VC 데이터는 변질되지 않았는지 Holder가 확인가능한가?
4 ☑ 데이터의 무결성2 : Holder가 제출한 VP 데이터는 변질되지 않았는지 Verifier가 확인가능한가?
5 ☐ proof request 전송 과정에서 올바른 Verifier에게 수신됨을 Holder가 확인하는 메커니즘의 종류?
6 ☐ 코드에 정의된 키 이외로 BBS+ 서명 기법에 이용된 방식으로 새로운 키를 생성할 수 있는가?
7 ☐ Issuer의 공개키가 변형된 경우 올바르게 처리하는가?
8 ☐ Issuer의 DID가 잘못된 경우 (존재하는 다른 Issuer의 DID로 작성된 경우) 올바르게 처리하는가?

각 검증 방안

1 ☑ Issuer가 발급한 VC의 개인 정보 속성과 Verifier 검증 시의 VP의 개인 정보 속성을 비교한다.
2 ☑ 검증을 위해 작성된 Issuer의 DID를 다른 혹은 존재하지 않는 Issuer의 DID로 설정한다.
3 ☑ 발급된 VC를 검증 함수를 이용해 검증한다.
4 ☑ 발급된 VP를 검증 함수를 이용해 검증한다.
5 ☐ proof Request에 대한 암호화 혹은 Verifier의 서명 메커니즘에 대해 조사/적용한다.
6 ☐ bbs 서명에 대한 문서의 key-generation-operations 내용을 참조하여 새로운 키를 생성한다.
7 ☐ Issuer의 VC발급 이후, key파일의 공개키 혹은 비밀키를 변형시킨 후 테스트를 진행한다.
8 ☐ 연구실의 DID와 엮어 테스트 할 수 있는 방안을 확인한다.

기반 코드

> JSONLD 기반 BBS+ 서명 : https://github.com/mattrglobal/jsonld-signatures-bbs
> 키 생성 : https://github.com/oMFDOo/bbs-signature/blob/main/draft-irtf-cfrg-bbs-signatures.md

시나리오

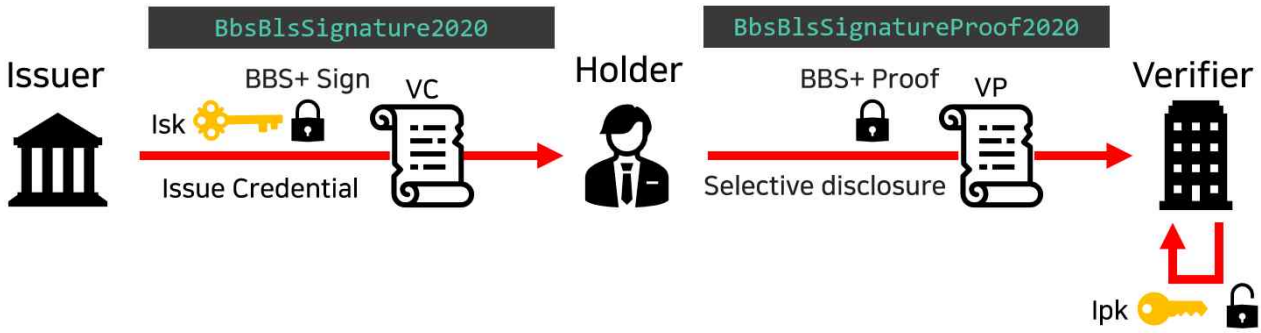
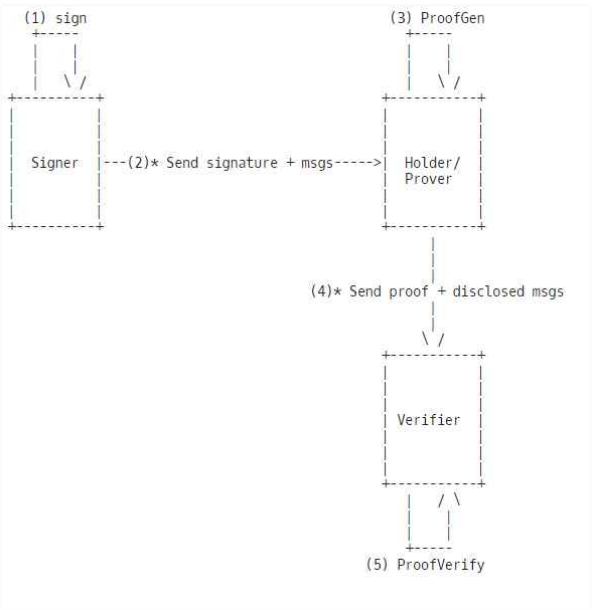
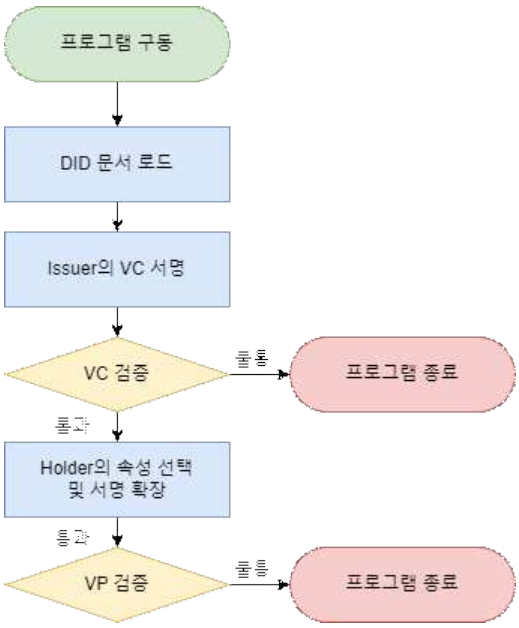


그림 1 VC 발급/선택/검증 과정에서의 서명 시나리오

1) Issuer가 Holder에게 VC를 자신의 비밀키를 통해 BBS+ 서명을 해 Holder에게 전달한다.
2-1) Issuer가 발급한 VC를 검증한다.
2-2) Holder는 VC의 속성 중 일부를 선택 후, BBS+ Proof를 생성함으로 암호화 하여 Verifier에게 전달한다.
3) Verifier는 Issuer의 공개키를 이용해 해당 내용을 검증한다.

세부적인 시나리오는 CFRG에서 작성한 BBS 서명에 관한 문서를 참조할 수 있다.





* ISK/IPK : 이슈어 공개키/비밀키 Issuer Secret Key, Issuer Public Key
* https://identity.foundation/bbs-signature/draft-irtf-cfrg-bbs-signatures.html#name-introduction

전송 데이터 명세

그림 4 발급될 정보, VC, VP의 형태

시나리오에서 Credential의 형태는 *W3C의 데이터 무결성 문서의 형태를 기반으로 한다. 해당 문서에서는 4가지 형태(Holder에게 발급할 데이터, Issuer의 서명이 포함된 VC, Holder가 제출한 VP, VC/VP 검증 결과)의 데이터를 보일 것이다.

위의 그림 2는 시나리오를 기반으로한 데이터 생성, VC, VP의 데이터의 변천을 보이고 있다. 모든 데이터는 JSON-LD 형태를 띄기 때문에, 진한 남색으로 표시 된 데이터는 각 타이틀을 의미하고 연한 파란색의 사각형은 내부 데이터를 의미한다. 사용자의 DID를 포함한 개인 정보는 "credentialSubject"에 Key/Value 형태로 저장된다. "Issuer"에는 Issuer의 DID가 정의되어 있다. 이후 VC 발급을 위해 Issuer가 서명을 하게 되면, proof란이 추가되어 서명 기법과 서명 값 등이 추가된다. 그림 2의 마지막 데이터 형태는 Holder가 VC에서 필요 데이터를 선택 후 최종 proof를 제출한 내용이다. "credentialSubject"는 Holder가 선택한 내용만이 표시되고, proof의 증명값이 변화되며, nonce값이 추가된다. 이 때, proofValue값은 항상 유일해야 하므로, 같은 내용일지라도 매번 변화된다.

* Credential 형태 : https://w3c.github.io/vc-data-integrity

아래는 VC, VP, 검증 결과에 대한 형태를 보인다.

- 예제) 발급하고자 하는 정보

```
{  "@context": [
    "https://www.w3.org/2018/credentials/v1",
    "https://w3id.org/citizenship/v1",
    "https://w3id.org/security/bbs/v1"
  ],
  "id": "https://issuer.oidp.uscis.gov/credentials/83627465",
  "type": [
    "VerifiableCredential",
    "PermanentResidentCard"
  ],
  "issuer": "did:example:489398593", // Issuer DID
  "identifier": "83627465",
  "name": "Permanent Resident Card",
  "description": "Government of Example Permanent Resident Card.",
  "issuanceDate": "2019-12-03T12:19:52Z", // 발급일, 폐기일
  "expirationDate": "2029-12-03T12:19:52Z",
// 이후 위의 데이터는 모두 동일하기 때문에 생략 함. //
  "credentialSubject": { // 실제 개인 정보
    "id": "did:example:b34ca6cd37bbf23",
    "type": [
      "PermanentResident",
      "Person"
    ],
    "givenName": "Jinju",
    "familyName": "Hwang",
    "gender": "Female",
    "image": "",
    "residentSince": "2015-01-01",
    "lprCategory": "C09",
    "lprNumber": "999-999-999",
    "commuterClassification": "C1",
    "birthCountry": "Bahamas",
    "birthDate": "1958-07-17"
  }
}
```

W3C는 물류 관리와 시민권이라는 두 가지 종류의 context에 대해 제공하고 있다. 현 예제는 시민권 context를 참조하여 작성되었다.

> 물류 : https://w3c-ccg.github.io/traceability-vocab/#Product
> 시민권 : https://w3c-ccg.github.io/citizenship-vocab/#abstract

- 예제) Issuer가 발급한 VC

```
{
 // 전략 //
  "credentialSubject": {
    "id": "did:example:b34ca6cd37bbf23",
    "type": [
      "PermanentResident",
      "Person"
    ],
    "givenName": "Jinju",
    "familyName": "Hwang",
    "gender": "Female",
    "image": "",
    "residentSince": "2015-01-01",
    "lprCategory": "C09",
    "lprNumber": "999-999-999",
    "commuterClassification": "C1",
    "birthCountry": "Bahamas",
    "birthDate": "1958-07-17"
  },
  "proof": { // 추가된 내용
    "type": "BbsBlsSignature2020",  // 사용한 서명 기법
    "created": "2022-11-15T15:19:46Z",
    "proofPurpose": "assertionMethod",
    "proofValue":  // 검증값
"hHrtv3+3boi2NFDOlSpLrK9J48cHpbVQeZUhT2YrovveH2V+7pVdV523qj3KAaCsYyGAUQEcMZkSnRHgUGMAQvxSmVEjKdyP+0O3nr1FAZxdsExzEsz
2k5fZMSAkgnmwrotnigMVlKES30kEyv7Ghw==",
    "verificationMethod": "did:example:489398593#test" // 증명을 위한 함수의 Endpoint
  }
}
```

Issuer가 서명을 한 VC의 내용이다. 앞선 데이터와 동일하되, 증명을 위한 내용이 추가됨을 확인 할 수 있다.

- 예제) Issuer가 발급한 VC에 대한 검증

```
{  "verified": true, // 검증 결과 : 성공
  "results": [
    {
      "proof": {
        "@context": "https://w3id.org/security/v2",
        "type": "sec:BbsBlsSignature2020",
        "created": "2022-11-15T15:19:46Z",
        "proofPurpose": "assertionMethod",
        "proofValue":
"hHrtv3+3boi2NFDOlSpLrK9J48cHpbVQeZUhT2YrovveH2V+7pVdV523qj3KAaCsYyGAUQEcMZkSnRHgUGMAQvxSmVEjKdyP+0O3nr1FAZxdsExzEsz
2k5fZMSAkgnmwrotnigMVlKES30kEyv7Ghw==",
        "verificationMethod": "did:example:489398593#test"
      },
      "verified": true
    }
  ]
}
```

Holder가 수신한 VC에 대해 검증이 통과된다면, 위와 같이 검증 결과가 true가 나오게된다. 실패하는 경우에 대해서는 이후 서술할 것이다.

- 예제) proof Request

```
{
  "@context": [
    "https://www.w3.org/2018/credentials/v1",
    "https://w3id.org/citizenship/v1",
    "https://w3id.org/security/bbs/v1"
  ],
  "type": ["VerifiableCredential", "PermanentResidentCard"],
  "credentialSubject": {
    "@explicit": true,
    "type": ["PermanentResident", "Person"],
    "givenName": {}, // 두 가지 속성이 요구됨을 볼 수 있다.
    "familyName": {}
  }
}
```

Verifier가 Holder에게 전송하는 proof Request의 형태로, 현재 성과 이름 두 가지 속성에 대해 요구한다.

- 예제) Holder의 VC 속성 선택 및

```
{
 // 전략 //
  "credentialSubject": {
    "id": "did:example:b34ca6cd37bbf23",
    "type": [
      "Person",
      "PermanentResident"
    ], // proof Request를 기반으로 Holder에 의해 선택된 내용
    "familyName": "Hwang",
    "givenName": "Jinju"
  },
  "proof": {
    "type": "BbsBlsSignatureProof2020",
    "created": "2022-11-15T15:19:46Z",
    "nonce": "rp5TfJsyI3AAuymYQSNS7KD6ndgb4cK8OP2bw/91LNVTyfEdzxRM2G06L681vA+dOKw=", // Holder 서명 이후 추가 됨
    "proofPurpose": "assertionMethod",
    "proofValue": // Holder 서명 이후 변경된 검증 값
"ABkB/wavkrN9BuGz2yVoi4xF2FgNKFoyT4gGbce+C7Xd/rY1SE96gH/2BccyzDu5csuRsjWskZ4aKddP583AyCc5nAEQm1pj83VI3GPXy0py9gUm6ni
srd1G8Zuz+ekzaCfLgsc7jfP4s67zge2Jc39rQ9+V4q0rr0jbzN1jiH92+Mrb4s7IyRGvnmDan4E+fYa11wTeAAAAdLZgSIEqltg5GlEhsi252En6ZhR
veFGQ4bQDwFqMaRou17eMK4/S2MZa/JdYhv3RuQAAAAJpBCQGqpeXUZlWhAZKveBPrvXMy6DqIgb+0pvRpOkKkEFFmKuu4C9NsIustzJ2jqbv6DTqYfA
ieftezUD0PbGurHciSy5LBCLXOqMhlsuiFBb9RwguGeUfJQy+n/aVSDVxEVbuMFs1qSad8ENGnZ0EAAAAClLLR9/+QE01RHpoG0WNORBDvux0y/G9ddG
cKZmlqY8mUsno2voCC8xXet/CAXVfU/LmUCSbOOqdndQA5/Y1srAOwbqiv6r/r7lfSvKsnD4LMmtufu/JVziKW8UdiajgtAgBarv8jN7PE9BLgJBG8JB
3aztRHNWBmt/G2dpMKAAwGlxs3HMc3g+r8bBf7mx+sBbXPjTgOJ/WTlztAh5r+LsUek9OPY7+Fd6Zf+lDeSTl6OeNqFlMH2K3ewZ4hJnrnHKcy5QNd6l
ffT6sPQfacptUTO8cGh//Ko09IVVxh9iZF8WFB7JJVCj5SnMFhXToR5K2Kca0MS/C54mE+c5iZ6IY/KqAZ/0Bdau612eVG4Y9aDilaoIvFuJt/sVjCtO
yYlj3zOtsnhMEJVltJ2q24YOs9FIqMzXyI6yOC/B+UxxV",
    "verificationMethod": "did:example:489398593#test"
  }
}
```

Holder의 선택으로 "credentialSubject"의 속성이 Verifier가 요청한 두 가지 속성으로 줄어들었다. 또한, proof의 “proofValue”가 변경되었으며, nonce값이 추가되었다. 해당 검증값들은 고유해야 한다는 특성이 있어, 같은 내용일지라도 검증을 요청할 때마다 변경된다.

- 예제) Verifier의 VP 검증


```
{  "verified": true, // 검증 결과 : 성공
  "results": [
    {
      "proof": {
        "@context": "https://w3id.org/security/v2",
        "type": "https://w3id.org/security#BbsBlsSignature2020",
        "created": "2022-11-15T15:19:46Z",
        "nonce": "rp5TfJsyI3AAuymYQSNS7KD6ndgb4cK8OP2bw/91LNVTyfEdzxRM2G06L681vA+dOKw=",
        "proofPurpose": "assertionMethod",
        "proofValue":
"ABkB/wavkrN9BuGz2yVoi4xF2FgNKFoyT4gGbce+C7Xd/rY1SE96gH/2BccyzDu5csuRsjWskZ4aKddP583AyCc5nAEQm1pj83VI3GPXy0py9gUm6ni
srd1G8Zuz+ekzaCfLgsc7jfP4s67zge2Jc39rQ9+V4q0rr0jbzN1jiH92+Mrb4s7IyRGvnmDan4E+fYa11wTeAAAAdLZgSIEqltg5GlEhsi252En6ZhR
veFGQ4bQDwFqMaRou17eMK4/S2MZa/JdYhv3RuQAAAAJpBCQGqpeXUZlWhAZKveBPrvXMy6DqIgb+0pvRpOkKkEFFmKuu4C9NsIustzJ2jqbv6DTqYfA
ieftezUD0PbGurHciSy5LBCLXOqMhlsuiFBb9RwguGeUfJQy+n/aVSDVxEVbuMFs1qSad8ENGnZ0EAAAAClLLR9/+QE01RHpoG0WNORBDvux0y/G9ddG
cKZmlqY8mUsno2voCC8xXet/CAXVfU/LmUCSbOOqdndQA5/Y1srAOwbqiv6r/r7lfSvKsnD4LMmtufu/JVziKW8UdiajgtAgBarv8jN7PE9BLgJBG8JB
3aztRHNWBmt/G2dpMKAAwGlxs3HMc3g+r8bBf7mx+sBbXPjTgOJ/WTlztAh5r+LsUek9OPY7+Fd6Zf+lDeSTl6OeNqFlMH2K3ewZ4hJnrnHKcy5QNd6l
ffT6sPQfacptUTO8cGh//Ko09IVVxh9iZF8WFB7JJVCj5SnMFhXToR5K2Kca0MS/C54mE+c5iZ6IY/KqAZ/0Bdau612eVG4Y9aDilaoIvFuJt/sVjCtO
yYlj3zOtsnhMEJVltJ2q24YOs9FIqMzXyI6yOC/B+UxxV",
        "verificationMethod": "did:example:489398593#test"
      },
      "verified": true
    }
  ]
}
```


Verifier가 수신한 VP에 대해 검증이 통과된다면, 위와 같이 검증 결과가 true가 나오게된다. 실패하는 경우에 대해서는 이후 검증에서 서술할 것이다.

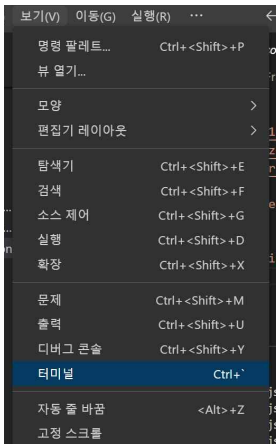
테스트 방법

앞선 시나리오 및 이후 진행 될 오류 케이스에 대한 테스트 방법에 대해 기술합니다.
테스트를 위해서는 아래 안내된 링크의 코드를 다운받아 진행 할 수 있습니다.
본격적인 코드는 "jsonld-signatures-bbs/sample/browser/" 경로에 존재합니다.

1) 코드 다운로드

- 테스트 코드 : https://github.com/oMFDOo/jsonld-signatures-bbs

2) vscode의 터미널을 열어주고 테스트 코드 경로로 이동해줍니다.



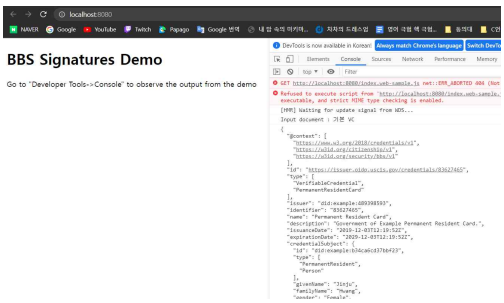

```
cd .₩sample₩browser
```

3) 종속성 다운로드 및 실행

```
C:\Users\jinjo\OneDrive\바탕 화면\jsonld-signatures-bbs\sample\browser>yarn demo
yarn run v1.22.19
$ webpack serve
(node:18996) [DEP_WEBPACK_DEV_SERVER_CONSTRUCTOR] DeprecationWarning: Using 'compiler' as the first argument
is deprecated. Please use 'options' as the first argument and 'compiler' as the second argument.
(Use `node --trace-deprecation ...` to show where the warning was created)
(node:18996) [DEP_WEBPACK_DEV_SERVER_LISTEN] DeprecationWarning: 'listen' is deprecated. Please use the async
 'start' or 'startCallback' method.
<i> [webpack-dev-server] Project is running at:
<i> [webpack-dev-server] Loopback: http://localhost:8080/
<i> [webpack-dev-server] On Your Network (IPv4): http://10.80.1.183:8080/
<i> [webpack-dev-server] Content not from webpack is served from 'C:\Users\jinjo\OneDrive\바탕 화면\jsonld-si
gnatures-bbs\sample\browser\public' directory
```

```
yarn install —frozen-lockfile
yarn demo
```

4) 결과 확인

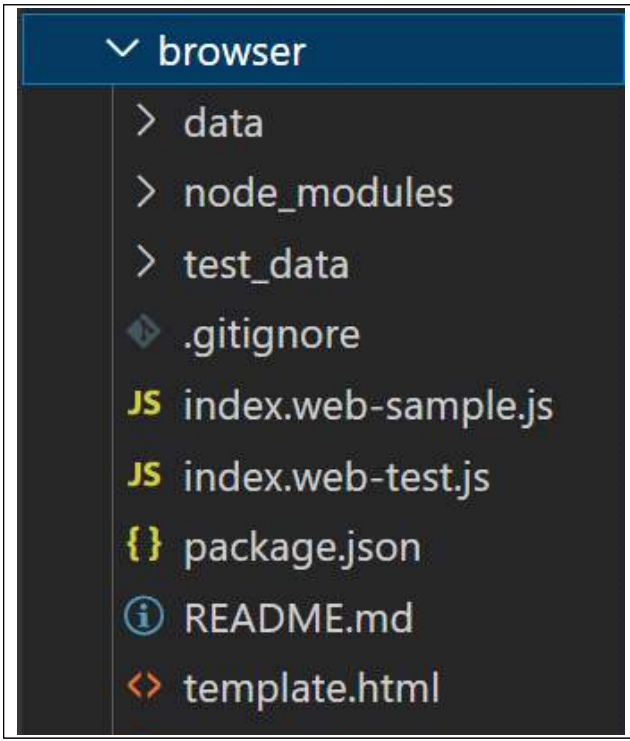


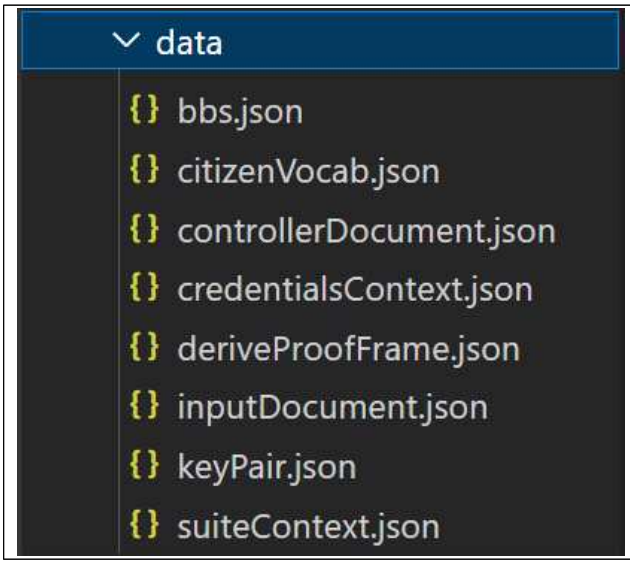

```
yarn demo
```

> http://localhost:8080/ 접속 -> f12를 눌러 개발자 모드 실행 -> Console로 들어가 로그 확인

파일 구조

임시로 작성한 테스트 파일과 실제 테스트를 위한 파일이 공존해 혼동을 유발할 수 있어 정의합니다.
실제 테스트를 위해 변경하거나 확인하는 주요한 파일에는 색을 칠해 표시했습니다.

	browser
	실제 테스트에 사용되는 데이터 (사용O)
	종속성
	추가 테스트를 위한 임시 작성 데이터 (사용X)
	github용
	Issuer/Holder/Verifier가 상호작용하는 코드 (사용O)
	임시 데이터에 대한 상호작용 테스트용 (사용X)
	종속성
	github용
	웹 페이지 UI

	browser/data
	bbs 서명에 관한 context 정의
	시민권에 관한 context 정의
	did 문서 정보 정의 : Issuer
	credential에 관한 context 정의
	proof Request : Holder 속성 선택에 영향
	Holder VC에 작성될 데이터 : VC 발급에 영향
	서명에 사용되는 키 쌍
	검증에 관한 context 정의

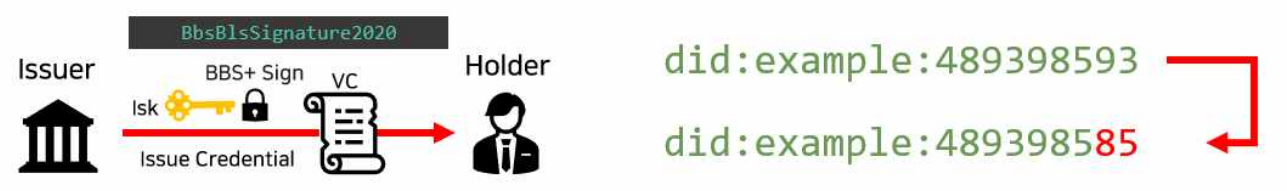
검증 테스트

아래 서술할 검증 테스트는 모두 주석처리 되어 있습니다. 주석을 해제하면 해당 테스트를 진행할 수 있습니다.

```
95    // VC 변형 테스트 1
96    // let change = JSON.stringify(signedDocument, null, 2).toString().replace(/Jinju/g,
97    // console.log(change);
98    // change = JSON.parse(change);
99    // signedDocument = change;
```

작성 라인	테스트 내용
96 - 99	Issuer에게 전달받은 VC 내용 변형
122-125	Verifier에게 전달할 VP 내용 변형
127-130	VP에 작성된 Issuer 정보 변형

검증1) 발급된 VC가 정말 해당 Issuer가 발급한 것인가?



처음 발급된 VC의 Proof가 변경되는데, 이럼에도 Verifier가 Holder의 VP를 검증할 수 있는가? 혹은 이 경우에 Verifier는 Issuer를 코드상으로 참조하고 있는가?

- 가정 상황 : VC의 "Issuer"란의 DID가 존재하지 않는 DID로 변질된 경우
- 기대 결과 : Holder에서 VC 검증 시 "verified": false가 되어야 함.
- 검증 방법 : VC수신 시 Issuer DID를 존재하지 않는 DID로 교체 후 검증함.
- 검증 결과 : (통과) Holder에서 VC 검증 시 "verified": false가 도출됨.


```
  "verified": false,
  "results": [
    {
      "proof": {
        "@context": "https://w3id.org/security/v2",
        "type": "https://w3id.org/security#BbsBlsSignature2020",
        "created": "2022-11-10T04:39:53Z",
        "nonce": "nJs/gApmboK4EAQO7ITsrlmp1kuMOUzrB5JcaE6qdjOtsLjE8Ska0M/ZAv/TLhQ4evw=",
        "proofPurpose": "assertionMethod",
        "proofValue":
"ABkB/wbvsgIZyMoAZ6z0xE5P1LTnQ2mC33Cn6krdF86+qgs0YuJFqb4FhKuwMn8BSQUsvzlstgJlb5cBHz9dGK9ogPWghVwiu/r0hhQorADJD8JWjVTqMsih3Br1Ef2pCB5
hnyXeI7R9ETETB5/DDe4P08JasnYdcm7NUfhfuetQWrXQMT5wR0gRnXG1UbX+R4tAAAAdI9NR1rtuIssVwlhOHcU27yV2QQ1TMFZQBzYnABtI1OXglcb6aFGOlcKSAfe6y++
AIRQazKgsrjBPrCRr/kVdTybepgrXqIYBhFPlLIYUCtdFFiKJwMYxt3DgC3DFbfrExuP/1cqb+MEj3iegQvqnZwjyqY13xBRX8JAHcux88dNMipG/PNmJFx83ssVigdiR9TD
ZgVrt/6mxrl0PiAAAACQhdfE2o9HX5KIsw4s4NBDk0xwkVdm6ED5JM3wvAI4KBa/okAJX+8HM7UoFve+82oN+ffx2fyX2j9jucWuR6Mu9QrJ920twCwEV1ZEWSKsFIIF4OY
hDsrUpvEhy29GVDCnSD1B9YSzk1QMz67RBBtx+g8oNxNXC0heJE0tI/wUHwctufSVj51SFaC11CRruYHV4guk9/24HE67eskgpCibq8mHbzzIv2M6c0mWOBoLJDAnKqkbVxF
AVw7WgUWD00pU5a1Kb7oo9vtrR0wsFNLNT/zMnQE2iGSC+scmdjiE8AZhUoLEYHx//UVWf5J2cwI0Cpn7b8d0JVeF7d1QA9r5EKLknO63MdSAbG03CqnuHJ7rTEsFBAIKA==
        "verificationMethod": "did:example:489398585#test"
      },
      "verified": false,
      "error": {
        "name": "Error",
        "message": "Attempted to remote load context : 'did:example:489398585#test', please cache instead",
        "stack": "Error: Attempted to remote load context : 'did:example:489398585#test', please cache instead\n    at customDocLoad
ebpack:///./index.web-sample.js?:80:9)\n    at eval (webpack:///./node_modules/jsonld-signatures/lib/documentLoader.js?:47:12)\n
eval (webpack:///./node_modules/jsonld-signatures/lib/documentLoader.js?:47:12)\n    at jsonld.get (webpack:///./node_modules/jsonld
jsonld.js?:876:27)\n    at jsonld.expand (webpack:///./node_modules/jsonld/lib/jsonld.js?:309:36)\n    at jsonld.frame (webpack:///.
_modules/jsonld/lib/jsonld.js?:474:33)\n    at async BbsBlsSignatureProof2020.getVerificationMethod (webpack:///./node_modules/@matt
al/jsonld-signatures-bbs/lib/BbsBlsSignatureProof2020.js?:313:24)\n    at async BbsBlsSignatureProof2020.verifyProof (webpack:///./n
odules/@mattrglobal/jsonld-signatures-bbs/lib/BbsBlsSignatureProof2020.js?:197:40)\n    at async Promise.all (index 0)\n    at async
_verify (webpack:///./node_modules/jsonld-signatures/lib/ProofSet.js?:325:11)"
      }
    }
  ]
```


> 존재하지 않는 Issuer이기 때문에 해당 문서를 찾을 수 없다는 메시지가 도출된다.

> 만약 다른 존재하는 Issuer에게 요청했다면 어떤 결과를 도출하는 지 추가 검증이 필요하다.

=> Verifier는 검증을 위해 Issuer에 대해 참조하고 있다.

검증2) Issuer가 발급한 VC 데이터는 변질되지 않았는지 Holder가 확인가능한가?

Issuer가 발급한 VC가 변형되었을 때, Holder는 해당 데이터가 변질됨을 알 수 있는가에 대한 검증이다.

- 가정 상황 : VC의 "credentialSubject"란의 데이터가 변질된 경우
- 기대 결과 : Holder에서 VC 검증 시 "verified": false가 되어야 함.
- 검증 방법 : VC수신 시 "credentialSubject"란의 “givenName”의 데이터를 Jinju에서 Chacha로 변경함.
- 검증 결과 : (통과) Holder에서 VC 검증 시 "verified": false가 도출됨.


```
"verified": false,
"results": [
  {
    "proof": {
      "@context": "https://w3id.org/security/v2",
      "type": "sec:BbsBlsSignature2020",
      "created": "2022-11-10T03:16:16Z",
      "proofPurpose": "assertionMethod",
      "proofValue":
"hIB7CfBVPekzdDbmsKJwq01c0aV8jp32VsF3Yio8xF0zr3lXz33/6fQ5q9lmfEtlPsSFJk4WMkJGdWw3kVocmws8VfdUo5FhrnlAOqrGFpk+NWozVOruLUk/RSi3iuTsS07qqBT+
pJvjQ/C4tWEkIA==",
      "verificationMethod": "did:example:489398593#test"
    },
    "verified": false,
    "error": {
      "name": "Error",
      "message": "Invalid signature.",
      "stack": "Error: Invalid signature.\n    at BbsBlsSignature2020.verifyProof (webpack:///./node_modules/@mattrglobal/jsonld-signat
ures-bbs/lib/BbsBlsSignature2020.js?:178:23)\n    at async Promise.all (index 0)\n    at async _verify (webpack:///./node_modules/jsonld-
signatures/lib/ProofSet.js?:325:11)\n    at async ProofSet.verify (webpack:///./node_modules/jsonld-signatures/lib/ProofSet.js?:253:23)\n
at async verify (webpack:///./node_modules/jsonld-signatures/lib/jsonld-signatures.js?:38:18)\n    at async main (webpack:///./index.web-
sample.js?:119:18)"
    }
  }
],
```


> 검증 과정에서의 오류임이 도출된다.

=> Issuer의 VC 내용이 변질됨을 Holder는 알 수 있다.

검증3) Holder가 제출한 VP 데이터는 변질되지 않았는지 Verifier가 확인가능한가?

VC서명 후 개인 정보가 변형되었을 때, Verifier는 해당 데이터가 변질됨을 알 수 있는가에 대한 검증이다.

- 가정 상황 : VP의 선택 과정이 끝나고, "credentialSubject"란의 데이터가 변질된 경우
- 기대 결과 : Holder에서 VC 검증 시 "verified": false가 되어야 함.
- 검증 방법 : VP서명 후 "credentialSubject"란의 “givenName”의 데이터를 Jinju에서 Chacha로 변경함.
- 검증 결과 : (통과) Verifier에서 VP 검증 시 "verified": false가 도출됨.

> 검증 과정에서의 오류임이 도출된다.

=> Holder의 VP 내용이 변질됨을 Verifier는 알 수 있다.