

Aufgabenblatt 5

Authentifizierung beim Publish-Subscribe-System

In der Schnittstelle des Publish-Subscribe-Systems aus der vorherigen Aufgabe fehlte die Möglichkeit, Benutzer an- und abzumelden. Eine Authentifizierung soll nun ergänzt werden.

Die Implementierung soll auf Basis eines **Challenge-Response-Protokolls** erfolgen:

- Bei dieser Art der **Authentifizierung** wird die Übertragung eines *Credentials* in Form eines Passworts im Klartext vom Client zum Server vermieden.
- Außerdem wird das Passwort nicht direkt auf dem Server gespeichert. Stattdessen verwaltet der Server **Hash-Werte** $H(user;pwd)^1$ aus den Kombinationen von Nutzernamen *user* und Passwort *pwd* zu dem Nutzernamen in einer Datei, einem sog. *Digest*.

Auf eine Authentifizierungsanfrage antwortet der Server zunächst mit der Übermittlung eines Zahlenwerts *nonce* (Abkürzung für ‚*Number used once*‘). Der anfragende Client antwortet mit einer Nachricht *nonce;user;H(nonce;user;H(user;pwd))*. Der Server kann auf Basis des gespeicherten Hashwertes $H(user;pwd)$ den übermittelten Hashwert nun verifizieren ohne – und das ist entscheidende – das Passwort des Nutzers im Klartext zu kennen. Die Annahme dabei ist, dass die Hash-Funktion eine **Einwegfunktion** ist, d.h. der Hash-Wert eindeutig ist und keinerlei Rückschluss auf die ursprüngliche Zeichenkette zulässt. Bei jeder der folgenden Aktionen kann nun auch die Integrität der übermittelten Daten (z.B. RPC-Parameter) server-seitig verifiziert werden. Dazu werden im Client Nachrichten der Form *nonce;data;H(nonce;data;H(user;pwd))* generiert und an den Server übertragen.

Setzen Sie dieses Protokoll nun für das bestehende Publish-Subscribe-System um. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

- Erweitern Sie zunächst die **Schnittstellen-Datei** des Servers. Es werden 3 neue Funktionen

```
// nonce vom Server anfragen
rpc get_session (UserName) returns (SessionId) {}
// Validierung der Session
rpc validate (PubSubParam) returns (ReturnCode) {}
// Invalidierung
rpc invalidate (SessionId) returns (ReturnCode) {}
```

benötigt. Der zurückgegebene nonce-Wert der Funktion `get_session` wird als Sitzungsschlüssel vom Typ `SessionId` interpretiert. Da bei einem **RPC nur ein Parameter** übertragen werden kann, wird ein generischer Datentyp `PubSubParam` eingeführt, der eine Nachricht (ggf. leer), ein Topic oder eine Adresse sein kann und mit dem die bislang vorhandenen Funktionen nun aufgerufen werden. Bsp. (Setzen des Topics):

```
rpc set_topic (PubSubParam) returns (ReturnCode) {}
```

¹ Die zwei Zeichenketten werden durch ein Semikolon zu einer neuen Zeichenkette konkateniert.

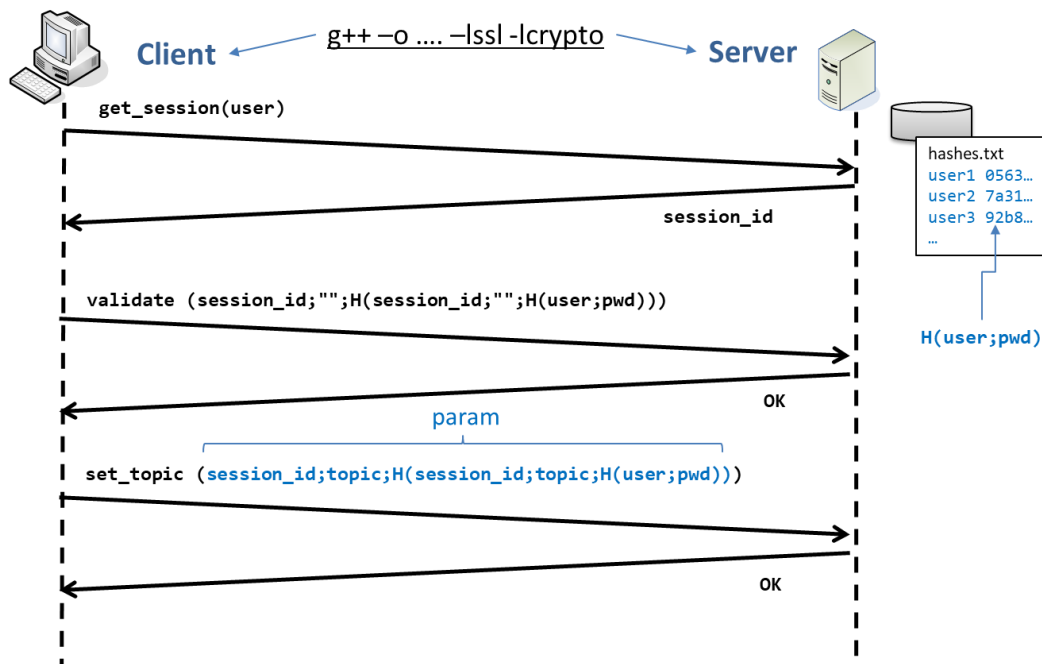
In `PubSubParam` wird das `oneof` Konstrukt (siehe den Language Guide <https://developers.google.com/protocol-buffers/docs/proto3#oneof>, hier wird insbesondere auf das Speichermanagement in C++ eingegangen) genutzt, das in etwa einer `union` in C/C++ entspricht:

```
// Nutzername
message UserName {
    string name = 1;
}
// Sitzungsschlüssel
message SessionId {
    int32 id = 1;
}
// Generische Nachricht
message PubSubParam {
    oneof param {
        /* Achtung: Camel-Case Schreibweise wird bei C++ ignoriert */
        Message optMessage = 1;
        Topic optTopic = 2;
        SubscriberAddress optAddress = 3;
        EmptyMessage void = 4;
    }
    SessionId sid = 5;
    string hash_string = 6;
}
```

- Im Zuge der Abarbeitung des Protokolls können zusätzliche Fehler entstehen, die Berücksichtigung finden müssen.

```
// Rueckgaben vom Service
message ReturnCode {
    enum Values {
        OK = 0;
        CANNOT_REGISTER = 1;
        CLIENT_ALREADY_REGISTERED = 2;
        CANNOT_UNREGISTER = 3;
        CANNOT_SET_TOPIC = 4;
        NO_HASH_FOR_SESSION = 5;
        WRONG_HASH_FOR_SESSION = 6;
        USER_ALREADY_LOGGED_IN = 7;
        SESSION_INVALID = 8;
        UNKNOWN_ERROR = 9;
        /* Hier koennen bei Bedarf weitere Return-Codes ergaenzt werden */
    }
    Values value = 1;
}
```

- Der Ablauf der Authentifizierung mit Hilfe dieser Funktionen wird in dem Sequenzdiagramm unten dargestellt: bei einem Login werden vom Client aus nacheinander die Funktionen `get_session()` und `validate()` aufgerufen, bei einem Logout die Funktion `invalidate()`.



Hinweise:

- Für die Generierung des Sitzungsschlüssels kann die System-Funktion **clock()** verwendet werden, welche die aktuelle CPU-Zeit als eindeutigen Wert liefert.
- Als Hashfunktion H soll **SHA-256** verwendet werden. Im Dateibereich zum Praktikum finden Sie einen C Source-Code, welcher die Nutzung der Bibliothek und der SHA-Funktion verdeutlicht. Dort wird auch der Umgang mit dem Hash-Digest gezeigt. Dieses wird in einer Datei **hashes.txt** erwartet. Die Einträge dort haben das Format:

```
student db398679a8775d55b61228cbeb8dff61a86dbe5d3b68557e5a4c36a927c17e5f
...
```

Die Datei sollte beim Server-Start eingelesen und in einer Datenstruktur (z.B. **std::map<std::string, std::string>**) gespeichert werden.

- Des Weiteren wird im Server eine Datenstruktur (ebenfalls **map** s.o.) zur Zuordnung der Sessions zu Nutzern benötigt, so dass nach geglückter Authentifizierung nur die Session-ID bei einem RPC übermittelt werden muss.
- Es wird empfohlen, die als Hashwert übermittelten Credentials zu Anfang im aufgerufenen RPC (also **publish()**, **set_topic()**, ...) durch eine zentrale Funktion **check_session()** im Server zu überprüfen und ggf. eine Fehlermeldung zurückzugeben.
- Der Receiver muss gegenüber der vorhergehenden Aufgabe nicht verändert werden.

Für das Testat ist ein Protokoll bekannter Formatierung (siehe Blatt 1) inkl. der durchgeführten Tests vorzulegen. Beschreiben Sie insbesondere die Änderungen gegenüber der Vorversion und dokumentieren Sie exemplarisch eine Nutzersitzung, in der alle Funktionen der Schnittstelle einmal aufgerufen werden.

Testierung: 6.5./8.5.2025