

## Table des matières

<b>Introduction</b> . . . . .	11
I.1. Présentation . . . . .	11
I.2. Objectifs de l'ouvrage . . . . .	12
I.3. A qui s'adresse l'ouvrage . . . . .	13
I.4. Organisation de l'ouvrage . . . . .	13
<b>PREMIÈRE PARTIE. LA SIGNALISATION SIP</b> . . . . .	15
<b>Chapitre 1. Présentation générale du protocole SIP</b> . . . . .	17
1.1. Le protocole SIP . . . . .	17
1.1.1. Formats d'adresse SIP . . . . .	20
1.1.2. Les messages SIP . . . . .	23
1.1.2.1. Requêtes SIP . . . . .	24
1.1.2.2. Réponses SIP . . . . .	32
1.1.2.3. Champs d'en-tête SIP . . . . .	35
1.1.2.4. Routage et acquittement des messages SIP . . . . .	37
1.2. Architecture et entités SIP . . . . .	37
1.3. Négociation des flux média dans SIP . . . . .	40
1.4. Gestion des temporisateurs pour la fiabilité des échanges SIP . . . . .	44
1.5. SIP et qualité de service . . . . .	47
1.5.1. Eléments de performance du protocole SIP . . . . .	56
1.5.2. Compression SIP . . . . .	59
1.6. SIP et les autres protocoles de signalisation . . . . .	63
1.7. Conclusion . . . . .	71
<b>Chapitre 2. Sécurité SIP</b> . . . . .	73
2.1. Problématique de la sécurité dans SIP . . . . .	74
2.2. La sécurité SIP . . . . .	77

## 6 Téléphonie SIP

2.2.1. Les mécanismes de sécurité associés à SIP . . . . .	77
2.2.2. Authentification . . . . .	77
2.2.3. Chiffrement . . . . .	79
2.2.4. Extensions SIP pour la sécurité . . . . .	82
2.3. Les vulnérabilités dans SIP . . . . .	83
2.4. Attaques et contre-mesures pour SIP . . . . .	85
2.4.1. Attaque par usurpation . . . . .	86
2.4.2. Attaque <i>via</i> messages SIP . . . . .	89
2.4.3. Attaque sur le système de facturation . . . . .	91
2.4.4. Attaque de type déni de service . . . . .	92
2.4.5. Architecture réseau pour la sécurité SIP . . . . .	94
2.4.6. Limites de SIP pour la sécurité . . . . .	96
2.5. Les défis pour SIP . . . . .	97
2.5.1. Architecture « ouverte » du réseau VoIP . . . . .	97
2.5.2. Caractère temps réel de la VoIP . . . . .	98
2.5.3. Aspect multiprotocolaires des architectures VoIP . . . . .	98
2.5.4. Distribution et gestion des clés de chiffrement . . . . .	99
2.5.5. Aspects réglementaires . . . . .	99
2.5.6. Pare-feux et serveurs NAT . . . . .	100
2.5.7. Spam téléphonique (SPIT : <i>Spam on Internet Telephony</i> ) . . . . .	102
2.5.8. <i>Voice Phishing</i> (appelé communément <i>Vishing</i> ) . . . . .	103
2.5.9. VoIP dans le <i>Cloud</i> . . . . .	103
2.6. Conclusion . . . . .	106
<b>Chapitre 3. Usages du protocole SIP . . . . .</b>	<b>107</b>
3.1. Services SIP de base . . . . .	108
3.1.1. SIP pour l'enregistrement . . . . .	108
3.1.2. SIP en mode proxy . . . . .	108
3.1.3. SIP en mode <i>Redirect</i> . . . . .	109
3.1.4. SIP pour le transfert d'appel . . . . .	110
3.2. SIP pour le support de services « évolués » . . . . .	111
3.2.1. SIP pour le support du <i>Click to Dial</i> . . . . .	111
3.2.2. SIP pour le support de conférences . . . . .	112
3.2.3. SIP pour le support du nomadisme . . . . .	113
3.2.4. SIP pour le support d'un service de présence et de messagerie instantanée . . . . .	115
3.2.5. SIP pour le travail collaboratif . . . . .	118
3.2.6. Scénario pour le support de la qualité de service . . . . .	120
3.2.7. Interopérabilité avec les serveurs NAT et les pare-feux . . . . .	122
3.2.8. Interconnexion et interopérabilité avec le RTC . . . . .	125
3.3. Conclusion . . . . .	129

<b>DEUXIÈME PARTIE. PROGRAMMATION JAVA-SIP</b> . . . . .	131
<b>Chapitre 4. Introduction à l'API JAIN-SIP</b> . . . . .	133
4.1. Les API SIP dans l'architecture JAIN . . . . .	133
4.1.1. Présentation de JAIN . . . . .	133
4.1.2. L'architecture JAIN . . . . .	135
4.1.3. Les différents API SIP de JAIN . . . . .	136
4.2. Autres approches pour le développement de services SIP . . . . .	137
4.3. Présentation générale de l'API JAIN-SIP . . . . .	140
4.4. Etapes de développement avec JAIN-SIP . . . . .	142
4.4.1. Architecture logicielle de l'exemple . . . . .	144
4.4.2. Etape 1 : initialisation de l'agent . . . . .	146
4.4.2.1. Sous-étape 1 : initialisation de la pile et des fabriques . . . . .	146
4.4.2.2. Sous-étape 2 : construction d'un agent . . . . .	149
4.4.3. Etape 2 : construction de messages SIP . . . . .	150
4.4.3.1. Sous-étape 1 : création des éléments du message . . . . .	151
4.4.3.2. Sous-étape 2 : création du message . . . . .	153
4.4.3.3. Sous-étape 3 : finalisation du message . . . . .	154
4.4.4. Etape 3 : envoi d'un message SIP . . . . .	155
4.4.5. Etape 4 : traitement d'une requête SIP . . . . .	157
4.4.6. Etape 5 : traitement d'une réponse SIP . . . . .	165
4.4.7. Etape 6 : envoi et réception des données . . . . .	168
4.4.8. Etape 7 : traitement des erreurs . . . . .	170
4.4.9. Conclusion . . . . .	172
<b>Chapitre 5. Présentation détaillée de l'API JAIN-SIP</b> . . . . .	173
5.1. Structure de l'API . . . . .	173
5.2. Le package javax.sip . . . . .	173
5.2.1. La classe SipFactory . . . . .	174
5.2.2. L'interface SipStack . . . . .	175
5.2.3. L'interface ListeningPoint . . . . .	176
5.2.4. L'interface SipProvider . . . . .	177
5.2.5. L'interface SipListener et les classes d'évènements . . . . .	179
5.2.6. Les interfaces de transaction et la classe TransactionState . . . . .	183
5.2.7. L'interface Dialog et la classe DialogState . . . . .	189
5.2.8. Les classes d'exception . . . . .	194
5.3. Le sous-package javax.sip.address . . . . .	195
5.4. Le sous-package javax.sip.header . . . . .	197
5.4.1. L'interface HeaderFactory . . . . .	197
5.4.2. Les interfaces de champs d'en-tête . . . . .	199
5.5. Le sous-package javax.sip.message . . . . .	200
5.6. Conclusion . . . . .	208

<b>Chapitre 6. Etude de cas 1 : messagerie conversationnelle</b>	209
6.1. Présentation	209
6.2. Architecture logicielle	215
6.3. L'interface ChatSipEventListener et les types d'évènements	218
6.4. Implantation de la classe ChatSip	219
6.4.1. En-tête et attributs	219
6.4.2. Initialisation de la couche	221
6.4.3. Tests liés à l'état des sessions	222
6.4.4. Envoi des requêtes	223
6.4.5. Traitement des requêtes	231
6.4.6. Traitement des réponses	243
6.5. Implantation de la classe ChatUI	248
6.5.1. En-tête et attributs	248
6.5.2. Construction de l'interface utilisateur	248
6.5.3. Gestion des évènements utilisateurs	251
6.5.4. Gestion des évènements de la couche ChatSip	252
6.5.5. Mise à jour de l'interface utilisateur	253
6.6. Lancement de l'application	256
6.7. Conclusion	257
<b>Chapitre 7. Etude de cas 2 : <i>softphone</i> et proxy</b>	259
7.1. Présentation de l'architecture	260
7.2. Scénarios et aperçu des messages SIP échangés	264
7.3. Programmation des agents utilisateurs	270
7.3.1. Architecture logicielle en couches	270
7.3.2. Organisation en paquetages	271
7.3.3. L'interface UserEventListener et les types d'évènements	274
7.3.4. Implantation de la classe UserAgentSIP	276
7.3.4.1. En-tête et attributs	276
7.3.4.2. Initialisation	278
7.3.4.3. Envoi des requêtes	280
7.3.4.4. Traitement des requêtes	286
7.3.4.5. Traitement des réponses	295
7.3.4.6. Gestion des flux audio : les classes AudioTransmitter et AudioReceiver	301
7.3.4.7. Gestion des tonalités : les classes Tone et TonePlayer	313
7.3.5. Implantation de la classe UserAgentUI	317
7.3.5.1. En-tête et attributs	317
7.3.5.2. Construction de l'interface utilisateur et gestion des évènements utilisateur	320
7.3.5.3. Conservation des données entre exécutions	326
7.3.5.4. Gestion des contacts	329

7.3.5.5. Gestion des évènements de la couche UserAgentSip . . . . .	330
7.3.6. Lancement de l'application . . . . .	334
7.4. Programmation du proxy . . . . .	335
7.4.1. Implantation de la classe ProxyServer . . . . .	336
7.4.1.1. En-tête et attributs . . . . .	336
7.4.1.2. Initialisation . . . . .	337
7.4.1.3. Démarrage et arrêt du proxy . . . . .	339
7.4.1.4. Traitement et retransmission des requêtes . . . . .	340
7.4.1.5. Traitement et retransmission des réponses . . . . .	358
7.4.1.6. Implantation des autres méthodes de SipListener . . . . .	366
7.4.1.7. Gestion des erreurs . . . . .	366
7.4.2. Lancement du proxy . . . . .	367
7.5. Conclusion . . . . .	368
<b>Chapitre 8. Sip Servlet et Sip Android . . . . .</b>	<b>369</b>
8.1. SIP Servlet . . . . .	369
8.1.1. Concept de Servlet SIP . . . . .	372
8.1.2. Gestion des sessions . . . . .	376
8.1.2.1. SipApplicationSession . . . . .	377
8.1.2.2. SipSession . . . . .	379
8.1.3. Comportements prédéfinis . . . . .	380
8.1.3.1. Comportement d'agent utilisateur . . . . .	380
8.1.3.2. Comportement d'agent proxy . . . . .	382
8.1.3.3. Comportement d'agent <i>Back-to-Back</i> . . . . .	384
8.1.4. Autres concepts de l'API . . . . .	386
8.1.4.1. Ecouteurs d'évènements . . . . .	386
8.1.4.2. Temporisateurs . . . . .	388
8.1.4.3. Composition de Servlets SIP . . . . .	390
8.1.4.4. Descripteur de déploiement . . . . .	390
8.1.5. Exemple d'application convergente utilisant l'API SIP Servlet . . . . .	393
8.1.5.1. Les classes ProxySipServlet et CallInfo . . . . .	395
8.1.5.2. Les classes ListUsersHttpServlet et MessageSipServlet . . . . .	402
8.2. API SIP pour Android . . . . .	409
8.2.1. Présentation détaillée de l'API SIP . . . . .	413
8.2.1.1. La classe SipManager . . . . .	413
8.2.1.2. Les classes SipProfile et SipProfileBuilder . . . . .	415
8.2.1.3. Les classes SipAudioCall et SipAudioCall.Listener . . . . .	418
8.2.1.4. Les classes SipSession, SipSession.Listener et SipSession.State . . . . .	422
8.2.1.5. L'interface SipRegistrationListener . . . . .	426
8.2.1.6. Les classes SipErrorCode et SipException . . . . .	427
8.2.2. Développement d'une application Android utilisant SIP . . . . .	427

10 Téléphonie SIP

8.2.2.1. Présentation de l'application . . . . .	428
8.2.2.2. Gestion de la communication SIP . . . . .	431
8.2.2.3. Gestion de l'interface utilisateur . . . . .	443
8.2.2.4. Le descripteur d'application et les ressources . . . . .	451
8.3. Conclusion . . . . .	453
<b>Bibliographie</b> . . . . .	<b>455</b>
<b>Glossaire</b> . . . . .	<b>461</b>