

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**Université des Sciences et de la Technologie
Houari Boumediène (U.S.T.H.B.) Alger**

Faculté d'Electronique et d'Informatique
Département Informatique



THÈSE

Présentée pour l'obtention du diplôme de **DOCTORAT D'ÉTAT**
EN: **INFORMATIQUE**

Spécialité : **Informatique**

par

Nadia NOUALI-TABOUDJEMAT

Thème

***Modèle et Techniques de Transactions Adaptables
pour les Environnements Mobiles***

soutenue le 17 novembre 2007, devant la commission d'examen

Mr.	M. BETTAZ	Professeur	INI/MESRS	Président
Mme.	H. DRIAS	Professeur	INI/USTHB	Directrice de thèse
Mme	M. BOUKALA	Professeur	USTHB	Examineurs
Mme	A. DOUCET	Professeur	LIP6/UPMC	
Mr.	Z. SAHNOUN	Professeur	UMC	
Mr.	D. ZEGGOUR	Professeur	INI	
Mme	Z. ALIMAZIGHI	Maître de conférence	USTHB	

Résumé

Le concept de transaction a vu le jour dans les années soixante-dix pour répondre aux besoins des systèmes de gestion de base de données. Ce paradigme permet d'assurer la cohérence en présence des accès concurrents à des données partagées et en présence de pannes. Cependant, ce paradigme a gagné une importance dépassant largement le contexte dans lequel il a été développé à l'origine et a vu son spectre d'applications s'élargir au commerce électronique, le travail coopératif, la gestion de workflow, etc.

Traditionnellement, la sémantique de transaction est définie par les propriétés ACID (Atomicité, Cohérence, Isolation et Durabilité) dont le maintien garantit la cohérence grâce à des mécanismes adéquats tels que les protocoles de validation assurant l'Atomicité et les protocoles de contrôle de concurrence assurant l'Isolation. De nombreux modèles transactionnels ont été élaborés pour prendre en charge des applications avancées diverses. Cependant, l'évolution des systèmes distribués vers les environnements sans fils et mobiles a induit de nouvelles contraintes dont le faible débit des communications sans fils et la latence du réseau qui allongent la durée de vie des transactions. De plus, les transactions mobiles requièrent l'utilisation de sites mobiles connectés au réseau par intermittence et évoluant dans un environnement non fiable sujet à de fréquentes déconnexions. La mobilité des unités permet à des transactions en cours d'exécution d'accéder à des systèmes hétérogènes, de manipuler des données de localisation imprécises ou des données dont la localisation change dynamiquement. La participation des unités portables restreintes en ressources (de calcul, mémoire, énergie) et hétérogènes rendent caduques les solutions transactionnelles traditionnelles. Toutes ces contraintes imposées par les caractéristiques de l'environnement mobile, conjuguées aux variations et aux changements dynamiques de ces dernières, ainsi que la variabilité des besoins applicatifs en termes de propriétés transactionnelles interpelle à réfléchir sur des solutions offrant plus de flexibilité et d'adaptabilité.

Dans cette thèse, notre contribution a été centrée principalement sur le problème de la validation atomique qui permet d'assurer la propriété d'atomicité. Nous avons donc proposé et évalué le protocole M2PC (Mobile Two-phase Commit Protocol) pour l'architecture de réseau mobile avec infrastructure et le protocole A-D2PC (Ad hoc Decentralized 2PC) pour les architectures ad hoc. Une évaluation et étude comparative des protocoles de validations de transactions en environnement mobile a été réalisée sur une plateforme de simulation permettant de modéliser à la fois les aspects transactionnels et les aspects communication des réseaux sans fil et mobiles. Cette évaluation a permis de mettre en évidence l'apport de chaque approche et les indices de performance de ce type de protocoles. Nous avons ensuite exploré la piste de l'adaptation des protocoles de validation de transactions mobiles aux variations de contexte qui nous a conduit à la proposition et la formalisation d'un modèle de transaction flexible supportant des propriétés adaptables AdapT (Adaptable Transactions) et d'un protocole de validation aTCP (Adaptable Transaction Commit Protocol) qui permet une adaptation aux exigences des applications et du contexte mobile en termes de propriétés transactionnelles et de coût d'exécution. Ensuite, nous avons proposé une architecture middleware context-aware supportant le modèle AdapT ainsi que le protocole aTCP. L'originalité de cette architecture réside principalement dans l'utilisation de l'approche basée sur les politiques.

Mots clés : Calcul mobile, Modèle de transactions mobiles, Propriétés ACID, Protocoles de validation, Adaptabilité, Context-awareness, Réseau mobile et sans fil.

Table des matières

Introduction	1
Motivations et Objectifs	1
Contributions	3
Organisation du document	4
Chapitre I	
Impact de la mobilité sur le traitement transactionnel.....	5
1.1 Caractéristiques de l'environnement mobile	5
1.1.1 Architecture du système mobile	6
1.1.2 Les problèmes induits par un système mobile	7
1.2 Des systèmes répartis aux systèmes pour environnements mobiles.....	8
1.3 Transactions : concepts et impact de la mobilité.....	11
1.3.1 Concepts de base du traitement transactionnel.....	11
1.3.1.1 Les propriétés ACID	12
1.3.1.2 Contrôle de concurrence.....	12
1.3.1.3 Validation et reprise.....	14
1.3.2 Impact de l'environnement mobile sur les transactions	15
1.3.3 Modèle d'exécution de transaction mobile.....	16
1.4 Conclusion.....	18
Chapitre II	
Gestion des transactions	19
en environnement mobile.....	19
2.1 Les modèles de transactions	19
2.1.1 Evolution du modèle de transaction	20
2.1.1.1 Le modèle linéaire	20
2.1.1.2 Les modèles avancés ou étendus.....	20
2.1.1.3 Le modèle emboîté.....	21
2.1.1.4 Le modèle emboîté fermé.....	21
2.1.1.5 Le modèle emboîté ouvert.....	22
2.1.1.6 Le modèle multi niveaux	22
2.1.1.7 Le modèle Saga	23
2.1.1.8 Le modèle flexible.....	23
2.1.1.9 DOM	24
2.1.2 Analyse et applicabilité à l'environnement mobile.....	24
2.2 Techniques de transaction pour environnements mobiles	26
2.2.1 Les propositions académiques.....	26
2.2.1.1 Reporting et Co-transactions	26
2.2.1.2 Le modèle de validation de transaction par Batch (par lot).....	27
2.2.1.3 Isolation-Only Transactions (IOT)	27
2.2.1.4 Multi Database System Transaction Processing Manager (MDSTPM).....	27
2.2.1.5 Clustering.....	28
2.2.1.6 Semantic-based	28
2.2.1.7 Two-tiers Replication	29
2.2.1.8 Twin-Transactions model.....	29
2.2.1.9 Kangaroo.....	30
2.2.1.10 Pro-Motion	30

2.2.1.11	Pre-sérialisation ou Toggle	30
2.2.1.12	Terminaux Alternatifs	31
2.2.1.13	Moflex	32
2.2.1.14	Prewrite	32
2.2.1.15	Team Transaction Model	33
2.2.1.16	HiCoMo	33
2.2.1.17	Le modèle AMT	34
2.2.1.18	Discussion	35
2.2.2	Les approches commerciales	39
2.2.2.1	Informix Cloudscape	40
2.2.2.2	Sybase Anywhere	40
2.2.2.3	Microsoft SQL Server CE	41
2.2.2.4	WebSphere Everyplace et DB2 Everyplace	41
2.2.2.5	Oracle9iAS Wireless et Oracle9i Lite	42
2.2.2.6	PointBase	42
2.2.2.7	FastObjects j2	43
2.2.2.8	Discussion	43
2.3	Autres techniques de traitement transactionnel	44
2.3.1	Traitement transactionnel en environnement ad hoc	44
2.3.2	Motivation et challenges pour les techniques transactionnelles dans les MANETs	45
2.3.2.1	Effet de l'environnement sur les modèles de transaction	45
2.3.2.2	Effets des applications sur les modèles de transaction	46
2.3.2.3	Le modèle Team Transaction	46
2.3.2.4	Déconnexions planifiées	46
2.3.2.5	Gestion de transaction temps-réel en conservant l'énergie (<i>power-aware</i>)	47
2.3.2.6	Un système de transaction auto-organisant pour les réseaux ad hoc	48
2.3.3	Traitement transactionnel pour applications commerciales dans un MANET	48
2.3.4	Le modèle de Transaction Neighborhood pour l'informatique diffuse	49
2.3.5	Discussion	50
2.3.6	Les contributions dans les environnements de diffusion	51
2.3.6.1	L'approche de diffusion multiversion	52
2.3.6.2	L'approche des rapports de certification	53
2.3.6.3	Approche de validation partielle sur le client	53
2.3.6.4	L'approche OCC avec estampille de mise à jour et la pré-déclaration	54
2.3.6.5	Discussion	54
2.4	L'adaptation dans les systèmes mobiles	56
2.5	Conclusion	59

Chapitre III

La validation atomique	61
3.1 La validation de transaction dans les systèmes distribués	61
3.1.1 Définition de la validation atomique	62
3.1.2 Le protocole de validation à deux phases	62
3.1.3 Les optimisations et les variantes du protocole 2PC	63
3.1.4 Le blocage des protocoles de validation	64
3.1.4.1 Validation atomique non bloquante et consensus	65
3.2 Impact de la mobilité sur la validation des transactions	67

3.2.1 Les solutions proposées dans le cadre de modèles de transactions mobiles....	69
3.2.2 Protocoles répartis de validation pour l'environnement mobile.....	70
3.2.2.1 Le protocole TCOT	71
3.2.2.2 Le protocole UCM.....	72
3.2.2.3 Le protocole CO2PC	73
3.2.2.4 Le protocole O2PC-MT	75
3.2.2.5 Le protocole ICPM.....	76
3.2.3 Discussion	77
3.3 Conclusion	79

Chapitre IV

Proposition de protocoles de validation de transactions mobiles.....	81
4.1 Mobile Two-phase Commit Protocol (M2PC)	82
4.1.1 Le principe	82
4.1.1.1 Cas d'un client mobile et de serveurs fixes.....	82
4.1.1.2 Cas de client et serveurs mobiles.....	83
4.1.1.3 Prise en charge des caractéristiques mobiles	84
4.1.2 Correction du protocole M2PC.....	84
4.1.3 Evaluation du protocole M2PC.....	85
4.1.3.1 Impact de la taille du journal	87
4.1.3.2 Impact du délai d'acquisition d'une adresse IP	88
4.1.3.3 Impact du nombre de participants fixes.....	88
4.1.3.4 Impact du nombre des participants mobiles.....	88
4.1.3.5 Impact de la charge du réseau sans fil.....	89
4.1.3.6 Résumé de l'étude du protocole M2PC	90
4.1.4 Evaluation du mécanisme de M2PC pour le support de la mobilité	90
4.2 Un protocole décentralisé pour la validation dans les réseaux ad hoc	92
4.2.1 Le protocole D2PC	93
4.2.2 Le protocole D2PC pour un environnement ad hoc (A-D2PC).....	93
4.2.3 La dissémination des informations du journal	94
4.2.4 Traitement des déconnexions	95
4.2.5 Performance de A-D2PC	96
4.2.6 Travaux similaires.....	96
4.3 Conclusion	97

Chapitre V

Etude comparative des protocoles de validation de transactions mobiles	98
5.1 Modèle de simulation	98
5.2 Les paramètres	101
5.3 Résultats des simulations	103
5.3.1 Throughput vs. MPL et latence vs. MPL	103
5.3.2 Impact du handoff.....	107
5.3.3 Impact des déconnexions	107
5.3.4 Nombre de messages vs. MPL	108
5.3.5 Taux d'annulation vs. MPL.....	109
5.3.6 L'effet de la localisation du coordinateur sur une station base.....	109
5.3.7 Taille du journal (log size) vs. throughput et latence.....	110
5.3.8 Discussion et résumé de la comparaison	110
5.4 Conclusion	113

Chapitre VI

Modèle et protocole transactionnels adaptables.....	115
6.1 Motivation pour l'adaptation dynamique	115
6.1.1 Besoin de context-awareness et d'adaptation aux changements.....	116
6.1.2 Besoin d'adaptation pour satisfaire les exigences variables des applications.....	117
6.2 Un modèle de transaction flexible	118
6.2.1 Notions d'atomicité flexible	119
6.2.2 Structure des transactions adaptables (AdapT).....	120
6.2.3 Adaptabilité en environnement sans fil et mobile	121
6.2.3.1 La flexibilité du modèle AdapT.....	122
6.2.3.2 Le descripteur de contexte.....	123
6.2.4 Propriétés des transactions AdapT.....	124
6.2.5 Critères de correction des transactions AdapT.....	126
6.2.6 Exemple	128
6.3 Spécification formelle du modèle AdapT	128
6.3.1 Définition axiomatique du modèle	128
6.3.2 La propriété d'atomicité	132
6.3.3 La propriété de sérialisabilité globale des transactions AdapT.....	135
6.4 Le protocole de validation adaptable <i>a</i> TCP.....	136
6.4.1 Situations de blockage.....	137
6.4.2 Reprise après panne	139
6.4.3 Caractéristiques de <i>a</i> TCP.....	139
6.5 La sérialisabilité globale	140
6.6 Conclusion.....	141

Chapitre VII

Architecture middleware pour l'adaptation.....	142
7.1 Architecture middleware	142
7.1.1 Le MTServeur.....	143
7.2 Approche context-aware pour l'implémentation du protocole <i>a</i> TCP	144
7.2.1 Adaptation basée sur les politiques.....	145
7.2.2 Contexte et perception de l'environnement Mobile	145
7.2.3 L'adaptation dans MATrans.....	146
7.2.3.1 La notification d'événements dans MATrans.....	146
7.2.3.2 La spécification de politiques	147
7.2.3.3 Les mécanismes d'adaptation.....	150
7.2.3.4 Fonctionnement de MATrans	152
7.2.3.5 Implémentation du protocole <i>a</i> TCP dans MATrans	153
7.2.3.6 Propriétés du protocole <i>a</i> TCP.....	153
7.2.3.7 Le protocole <i>a</i> TCP et le contrôle de sérialisation	154
7.2.3.8 Support des déconnexions.....	155
7.3 Conclusion.....	155

Conclusion

Résumé des contributions	156
Perspectives.....	157

Bibliographie.....	160
---------------------------	------------

Annexe A	
Rappel de la logique d'ordre zéro	178
Annexe B	
Le formalisme ACTA.....	179
Annexe C	
Concepts pour les middlewares.....	188