

Motivations pour le protocole xAAL

Christophe Lohr

1^{er} avril 2014

Résumé

Ce document, très orienté par la vision de l'auteur, tente d'explicitier et de motiver les choix faits par l'équipe IHSEV de Télécom Bretagne pour la définition de ce protocole.

1 Introduction

1.1 Contexte historique

Depuis 2002, l'équipe IHSEV¹ (anciennement SID) de Télécom Bretagne s'intéresse aux systèmes d'information et de communication pour l'aide aux personnes dépendantes, que la dépendance soit liée à la maladie, un handicap, ou simplement la vieillesse.

- Le projet *Maison Intelligente* (2001-2004) avait pour objectif le développement de solutions techniques favorisant la vie à domicile des personnes lourdement handicapée. Ce sont les premiers travaux de l'équipe concernant la convergence des protocoles de réseaux domestiques et de IP. L'équipe avait alors choisit le protocole UPnP-Home Automation² (*Universal Plug and Play*) comme protocole pivot entre les divers protocoles matériels (principe de *gateway* X10, X2D, RC5, Bluetooth, etc.), et avec les interfaces utilisateurs. [16, 15, 4]
- Par la suite, les projets *T@pa* (2005-2006) [22, 11, 10, 23] *Company@ges* (2007-2009) [TELECOM_BRETAGNE-8370, 24, 2, 13, 21] et *Mazadoo* (2010-2012) [1, 14] se sont focalisés sur les technologies de type télévision connectée et les *services relationnels* (de type messagerie, album photo, visio, réseaux sociaux, sur TV), à destination des personnes âgées en maison de retraite.
- L'équipe à renoué avec les technologies domotiques dès le projet SIGAAL (2009-2011) [19, 8, 9, 7, 20] et *Amalys* [3, 12] (2011-2013), où les technologies domotiques se trouvaient intégrés avec les services TV. Les usagers (personnes âgées à leur domicile) bénéficiaient alors sur leur TV non seulement des services relationnels, mais également de domotique (pilotage des équipements de la maison, actimétrie du type "temps passé dans chaque pièce ou hors du domicile"), ainsi que des services complémentaires sur smartphone et tablette (e.g. interface utilisateur, géolocalisation out-door, alarme, etc.) Pour cela, l'équipe avait alors choisit d'abandonner UPnP jugé trop complexe, mais en gardant certains principes fort comme le mécanisme de découverte des équipements. Dans un premier temps, l'équipe c'est intéressé au protocole xAP jugé plus intéressant que la variante xPL, en tentant de réintroduire le mécanisme de découverte. Cependant, il est rapidement apparu que la définition d'un nouveau protocole s'imposait. C'est ainsi que le protocole xAAL est né dans notre équipe.

1. <http://departements.telecom-bretagne.eu/info/recherche/ihsev/>

2. <http://upnp.org/specs/ha/>

- Aujourd’hui, nous proposons de poursuivre nos travaux sur l’élaboration de ce protocole domotique au travers de projets comme PRECIOUS (2013-2016) pour la prévention des facteurs de risques de maladie chroniques (e.g. diabète), le CPER VITAAL (2014-2020) qui s’intéresse notamment à la *domomédecine* (i.e. services intégrés de santé à domicile), ou les nombreux projets étudiants (centrale téléphonique alliée à la centrale domotique, codage de passerelles pour divers protocoles Z-Wave EnOcean, etc.).

1.2 La domotique...

Depuis maintenant 25 ans, des constructeurs proposent des équipements permettant de piloter à distance les équipements de la maison (appareils électroménagers, lumière, chauffage, ouvrants, alarme, etc.). Ces solutions sont regroupées sous la dénomination *domotique*³.

Les domaines d’applications sont typiquement le confort, la gestion du chauffage, la sécurité des biens. Mais de nouveaux services apparaissent, liés à l’introduction de l’informatique et de l’Internet dans les domiciles.

- Gestion du domicile à distance. On connaissait les solutions permettant de coupler le programmeur du chauffage avec un boîtier téléphonique. Le propriétaire peut alors allumer ou éteindre le chauffage à distance, par un appel téléphonique. Aujourd’hui cela se fait via Internet, par exemple grâce à une interface web ou une application sur smartphone proposée par un opérateur de solution domotique. De même, l’utilisateur peut visionner les caméras de vidéo-surveillance de son domicile à distance, voir piloter entièrement sa maison par Internet. Quelques exemples parlants : Archos Smart Home⁴ Blyzz⁵ Control4⁶ DomoCube⁷ Home by SFR⁸ Home Confort⁹ MyFox¹⁰ etc. (dans l’ordre alphabétique).
- Interface utilisateur. Dans tous les exemples précédents, on aura remarqué que, outre une interface utilisateur de type web, les opérateurs proposent quasi systématiquement des interfaces sur tablettes ou smartphone, et parfois aussi sur TV. Cela apporte un réel confort en terme d’ergonomie. Comparez aux dispositifs de précédente génération, avec comme seule interface un boîtier avec deux ou trois boutons et un petit afficheur... Souvenez-vous du temps passé à régler les différentes plages horaires des différentes zones du programmeur de chauffage électrique de votre maison... décoder la signification des pictogrammes jour/nuit (qui sont pourtant standardisés), appuyer sur le seul petit bouton disponible pour faire défiler les minutes jusqu’à l’heure souhaitée, etc. Bref, pour peu qu’il y ait eut un minimum d’efforts sur le design, ces nouvelles interfaces de type informatique (web, tablettes, smartphone) sont réellement plus agréables à regarder, plus intuitives à utiliser, et plus riches en fonctionnalités. Il y a également un intérêt économique : charge à l’utilisateur d’acheter ce terminal (PC, tablette, smartphone,...); le fabricant se contente de mettre à disposition une "application" à installer...
- Surveillances de la consommation des fluides. Ce vocable renvoie aux futures *Règlementations Thermiques 2015 et 2020* des bâtiments neufs qui imposent, notamment, d’afficher à l’utilisateur sur son lieu de vie (c.à.d. pas dans un placard technique au fond de la cave) sa consommation réelle ou estimée des différents fluides consommés à son domi-

3. <http://fr.wikipedia.org/wiki/Domotique>

4. www.archos.com/fr/products/objects/chome/ash/

5. <http://www.castorama.fr/store/pages/blyss-liveez.html>

6. <http://www.control4.com/>

7. <http://www.domocube.net/>

8. <http://boutique.home.sfr.fr/>

9. <http://www.home-confort.net/>

10. <http://www.myfox.fr/>

cile : électricité, gaz, eau, etc. Cela implique des capteurs, des afficheurs, et une capacité de journalisation ou de mémoire des relevés de mesure à différentes échelles de temps. Outre les innombrables bricolages à brancher sur le port téléinformatique disponible sur les compteurs EDF¹¹ (ou même se contentant de compter les clignotements de la led¹²), on trouve quelques produits commerciaux dédiés (e.g. la Dombox¹³).

- Sécurité des biens. Traditionnellement, les centrales alarme étaient positionnées (d'un point de vue réglementation et marketing) un peu à côté des solutions domotiques. Cependant, d'un point de vue technologique, ces deux gammes de produits partagent de nombreuses solutions techniques (capteurs, transmission, boîtier de collecte ou centrale alarme). La différence majeure est que l'on va systématiquement privilégier des techniques de transmission sécurisées entre les capteurs et la centrale alarme (par exemple avec des protocoles à codes tournants, comme le KeeLocq de Microchip), alors que ce n'était pas nécessairement le cas pour la domotique simple (comme les protocoles X10 ou HomeEasy qui ressemblent plus à des protocoles de télécommande infrarouge transposés à la radio).

Aujourd'hui, le recours à une transmission sécurisée est quasi systématique, que ce soit pour des services de confort comme pour des services de surveillance et d'alarme. Par voie de conséquence, les constructeurs fusionnent ces deux gammes, et utilisent les mêmes techniques de transmission, voir le même boîtier de collecte. Il est alors possible de proposer un panel de services tout intégré : à la fois services de confort et services de surveillance. Les produits mentionnés en tête de cette section sont parlants sur ce domaine.

- Sécurité des personnes.
- <http://www.athemium.com/>
- Internet des objets.

1.3 Question d'interopérabilité

Pour des raisons de secret industriel et de modèle de vente, les produits d'un constructeur ne sont que très exceptionnellement interopérables avec les produits d'un autre constructeur (e.g. un interrupteur Legrand ne peut pas piloter un volet roulant Delta Dore).

En effet, chaque constructeur, ou parfois des consortiums de constructeurs, a défini un protocole spécifique pour les équipements qu'il vend. Parmi les plus connus, citons : X10¹⁴, X2D¹⁵, KNX¹⁶, Enocenan¹⁷, ZWave¹⁸. Ces protocoles peuvent être sur courant porteur (X10, X2D, KNX), sur radio (X2D X3D, Enocenan, ZWave) typiquement en 434 Mhz ou en 868 MHz. D'autres protocoles comme Zigbee¹⁹ ou Bluetooth-LowEnergy²⁰ sont en principe dédiés à des transmissions plus complexes et encore assez peu utilisés en domotique mais tendent à le devenir. De fait, les équipements domotiques ne sont pas interopérables. Le standard 6LowPan²¹ (RFC 4919, RFC 4944) n'est quasiment pas utilisé dans les produits du commerce aujourd'hui. Notons que le protocole historique X10, dont le niveau de sécurité est très faible, a vu ses spécifications

11. <http://bernard.lefrancois.free.fr/dell1.htm>

12. <http://northq.com/>

13. <http://www.dombox.fr/>

14. [http://fr.wikipedia.org/wiki/X10_\(informatique\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/X10_(informatique))

15. <http://domotique.comprendrechoisir.com/astuce/voir/155607/le-protocole-x2d-x3d-comment-ca-marche-p>

16. <http://www.knx.fr/>

17. <http://www.enocenan.com/en/home/>

18. <http://www.z-wavealliance.org/>

19. <http://www.zigbee.org/>

20. <http://www.bluetooth.com/>

21. <http://fr.wikipedia.org/wiki/6LoWPAN>

techniques rapidement découvertes et s'est retrouvé un standard de fait pour un certain nombre de constructeurs pendant de nombreuses années.

Certains constructeurs font un pas timide vers l'ouverture de leur protocoles. Tout en gardant secret les spécifications techniques de leur protocoles, ils proposent à leur catalogue des transmetteurs incluant leur protocole domotique et pouvant par exemple se brancher sur le port USB d'un PC, et fournissent quelques bibliothèques permettant de programmer des applications (typiquement des interfaces graphiques).

Compte tenu de l'existant (du parc installé, et du business modèle de type marché captif), il est néanmoins peu réaliste de penser que l'un de ses protocoles puisse s'imposer. Pour gérer ce problème d'interopérabilité, la stratégie aujourd'hui est de mettre en place des passerelles, ces fameuses *box domotiques* qui font un peu plus que le simple rôle de concentrateur, mais qui supportent plusieurs protocoles constructeurs simultanément²². Ces boîtiers permettent une certaine souplesse, mais restent toujours limités à un nombre donné de protocoles domotiques, et eux non plus ne sont pas interopérables entre eux.

1.4 Architecture

Les installations domotiques s'organisent classiquement autour de trois grands types d'architectures :

- Paire à paire. Dans ce mode de fonctionnement, les équipements sont dits *appairés* entre eux. Par exemple : telle télécommande est appairée avec tel et tel volet roulant ; tel thermostat pilote tels et tel radiateurs ; tel interrupteur allume ou éteint telle lampe. Ce type d'installation est intéressant lorsque l'on veut moderniser du bâti ancien avec des solutions sans fil. Lors d'une phase préliminaire d'installation, chaque équipement va apprendre les adresses des autres équipements avec lesquels il doit dialoguer : de la façon traditionnelle en appuyant simultanément sur un bouton (e.g. X2D), ou méthode plus moderne à l'aide de badge NFC (e.g. Wattlet²³).
- Centralisée. C'est lorsque l'on a recours à une *centrale domotique*. Dans le cas le plus simple nous rencontrons le programmeur du chauffage. La quasi totalité des maisons équipées de chauffage électrique connaissent le principe du programmeur : un boîtier installé généralement dans la boîte à fusible de la maison, relié aux convecteurs via un fil pilote, et gérant plusieurs zones de la maison pour baisser ou monter le chauffage en fonction de l'heure de la journée ou du jour de la semaine. Mais plus généralement c'est l'architecture des centrales d'alarme : un ensemble de capteurs d'intrusion (sur les ouvrants, détecteur de présence volumétrique ou infra-rouge), un digicode pour désactiver l'alarme, un dispositif d'alerte sonore lumineux ou téléphonique, le tout relié à un boîtier central : la centrale d'alarme.
- <http://www.universalremote.com/> (automate) <http://www.multiroom.fr/la-premiere-interface-domotique-en-surimpression-a-lecran/>
- Informatisées.

1.5 Périmètre de l'étude

Nous nous intéressons aux *protocoles réseau domotiques sur IP*.

- En premier lieu, c'est un *protocole réseau* (en l'occurrence sur IP) par lequel des équipements (capteurs, actionneurs, interfaces utilisateurs, moteurs de scénarios, etc.) peuvent

22. <http://domotique-info.fr/controleurs-domotique/>
<http://domotique-info.fr/2011/07/offres-box-domotique/>

23. <http://www.wattlet.fr/>

interagir entre eux en s'envoyant des messages soit informatifs (e.g. relevé de température) soit de commande (e.g. éteindre le chauffage).

- Ce protocole se veut une abstraction des divers protocoles constructeurs. Le protocole que nous proposons ne se veut pas *de plus haut niveau*, avec plus de fonctionnalités, plus de services, plus d'intelligence que les protocoles constructeurs. Non, il se veut un langage commun, permettant de dialoguer indifféremment avec des équipements de constructeurs différents, avec le même niveau d'information dans les messages échangés. Le réseau par excellence qui s'impose aujourd'hui pour cela est IP. IP (*Internet Protocol*) a supplanté tous les autres protocoles concurrents des premiers jours d'Internet. (Pensez à IPX²⁴, Decnet²⁵, Cyclades²⁶, X25²⁷, ...)
- Ethernet... idem
- Le fait que ce soit *domotique* implique deux choses. Tout d'abord en terme d'équipement : ce sont des capteurs (ouverture de porte, température, consommation d'eau ou d'électricité, etc.), des actionneurs (commande de chauffage, lumière, volets roulants, etc.), et interfaces utilisateurs ou des automates programmables. Par contre, les flux réseau de type échange de fichiers, vidéo, audio, interface web, etc. n'ont pas leur place sur ce réseau domotique. Par exemple, si l'on veut commander la chaîne hifi ou la caméra de vidéo-surveillance, il pourrait être tout à fait légitime d'utiliser le réseau domotique pour la commande proprement-dit (déclencher la musique ou la caméra, changer le volume, orienter la caméra, etc.), par contre les flux audio ou vidéo doivent emprunter un autre canal que le protocole domotique décrit ici (dans l'exemple précité : HTTP Streaming, RTP, DLNA, ...).

Il faut donc garder à l'esprit que les équipements visés sont par nature assez simple (thermomètre, contacteur de porte, interrupteur, etc.). Par conséquent, ce protocole doit rester foncièrement simple. Même si la complexité d'un protocole de plus haut niveau pourrait être déportée sur les fameuses passerelles, on peut imaginer qu'un jour notre protocole domotique soit directement implanté sur les équipements domotiques eux-mêmes (p.ex. Arduino, carte RN131 ou équivalent). Le niveau de dialogue et le niveau de complexité doit rester simple : pas d'automate protocolaire complexe, quasiment sans état à garder en mémoire, quasiment pas de calcul. (Notons que cela puisse sembler être antinomique avec les besoins de sécurité, auquel cas il faudra compter sur des solutions matérielles maintenant disponibles pour réaliser des fonctions de chiffrement standard comme MD5 ou AES).

- Ensuite, le fait que ce soit domotique implique certaines hypothèses en terme d'infrastructure réseau : cela se passe au sein du domicile, ou d'un bâtiment plus ou moins grand. À ce titre le réseau est généralement composé d'un seul LAN (Local Area Network), éventuellement deux ou trois mais interconnectés par des routes directes, donc un routage simple, voir pas de routage du tout. De plus, cela permet de quelques hypothèses sur le taux de perte : généralement très faible sur des réseaux locaux Ethernet ou Wifi (les collisions étant gérées par la couche liaison elle-même). On peut également présumer que les équipements sont sur un réseau privé, non exposés sur Internet. Si certains usages peuvent requérir des accès extérieurs (e.g. journaliser des données du domicile dans une base de donnée sur Internet, ou permettre à l'utilisateur de piloter son domicile depuis l'extérieur), on considère que ce type de communication là doit utiliser un autre canal réseau que le réseau domotique décrit ici et basculer sur un autre protocole réseau spécifique à l'application (dans les exemples précités : REST, HTTP,

24. http://fr.wikipedia.org/wiki/Internetwork_Packet_Exchange

25. <http://en.wikipedia.org/wiki/DECnet>

26. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclades_\(réseau\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Cyclades_(réseau))

27. <http://fr.wikipedia.org/wiki/X.25>



FIGURE 1 – How standards proliferate <http://xkcd.com/927/>

...). Cette hypothèse de travail permet de simplifier les aspects de sécurité et de montée en charge au sein de notre protocole réseau domotique.

1.6 Positionnement et motivation

- Dans le monde des protocoles domotiques sur IP il existe déjà un certain nombre de choses.
- UPnP : conceptuellement très intéressant. Différents profils (multimédia, routeur, domotiques, etc.). Des schémas XML de description. De l'introspection. De la découverte automatique. On peut également annoncer son IHM, etc. Bref, hyper générique... un peu trop justement. Trop souple (il faut parser les schémas annoncés par un device pour découvrir l'url sur laquelle on peut interagir avec lui). Parfois c'est l'ihm qui englobe la partie commande (i.e. dans l'ihm annoncé par le device, il faut récupérer le plugin pour son InternetExplorer pour commander le device!). Même pour des fonctionnements simple, on a du XML à parser... Trop lourd (pensez : un thermomètre!)
 - xAP : un protocole plus bas niveau. Malheureusement c'est du broadcast (ça n'existe plus en IPv6). Les implémentations collent des "hub" partout car les gars ont visiblement appris le réseau sur du .Net et n'ont pas vu l'option de socket SO_REUSEADDR (alors que ça existe tout de même sous Windows). Le gros problème étant qu'il n'y a pas de découverte. Le mécanisme d'adressage est compliqué : il englobe l'identifiant du device, son type de schéma, et l'id de sa gateway : résultat, on utilise beaucoup le "*"... Le choix d'un format textuel est également critiquable (l'éternel problème en informatique des chaînes de longueur non prédictible) (AMHA).
 - xPL : un fork de xAP... mais en pire...

Références

- [1] Cécile BOTHOREL et al. « From individual communication to social networks: evolution of a technical platform for the elderly ». In : *ICOST 2011: International Conference On Smart homes and health Telematics*. Sous la dir. de LNCS Springer Berlin / HEIDELBERG. T. 6719/2011. booktitle = Toward Useful Services for Elderly and People with Disabilities. 2011, p. 145–152.
- [2] Annabelle BOUTET et André THÉPAUT. « TIC et intégration sociale : penser les technologies de l'information et de la communication dans une approche organique de la solidarité ». In : *La société de la connaissance à l'ère de la vie numérique : colloque du 10ème anniversaire du GET*. Sous la dir. de GET. Paris, 2007, p. 135–143.

- [3] Alexandre DELATTRE et al. « Android and geolocation for the elderly ». In : *7th world conference ISG10: International Society for Gerontechnology*. 2010.
- [4] Mahmoud GHORBEL et al. « Networking and Communication in the Smart Home for People with Disabilities ». In : *ICCHP 2004 : 9th International Conference on Computers Helping People with Special Needs, July 7-9, Paris, France*. 2004.
- [5] Mathieu LAMARD et al. « Etude et mise en place d'une plate-forme de télé rééducation orthoptiste ». In : *111ème Congrès de la Société Française d'Ophtalmologie, 7-11 mai, Paris*. 2005.
- [6] Mathieu LAMARD et al. « Platform for low vision reeducation: elaboration and assessment ». In : *111ème Congrès de la Société Française d'Ophtalmologie, 7-11 mai 2005-Paris*. 2005.
- [7] Jean-Baptiste LEZORAY et al. « A design process enabling adaptation and customization of services for the elderly ». In : *IWAAL-2010 : International Workshop on Ambient Assisted Living*. 2010.
- [8] Jean-Baptiste LEZORAY et al. « Comparison and Complementarity of Two Approaches to Implement AAL Systems ». In : *Lecture notes in computer science 7251* (juin 2012), p. 210–213.
- [9] Jean-Baptiste LEZORAY et al. « Design process enabling adaptation in pervasive heterogeneous contexts ». In : *Personal and ubiquitous computing* (jan. 2011).
- [10] A. MOUDEN et al. « Evolution d'une plate-forme logicielle vers les Web services : méthodologie et expérimentation ». In : *ICSSEA '2005, 18èmes Journées Internationales*. 2005.
- [11] Philippe NORMAND et al. « Le projet T@PA : retour d'expérimentations d'une application orientée Web ». In : *ICSSEA '2005, 18èmes Journées Internationales*. 2005.
- [12] François PASTOL et al. « Smartphones benefits for psychics diseases ». In : *Ambient assisted living forum*. 2010.
- [13] Sylvie PRONOST et al. « M@LIS : un cahier de vie pour les enfants souffrant d'infirmité motrice cérébrale ». In : *ASSISTH'2007 : 1ère Conférence Internationale sur l'accessibilité et les systèmes de suppléance aux personnes en situation de handicap, 19-21 Novembre, Toulouse, France*. 2007.
- [14] Maria Teresa SEGARRA et André THÉPAUT. « Miming navigation pages with a personal remote control device for the aged ». In : *AAATE 2009 : association for the advancement of assistive technology in Europe*. 2009.
- [15] Maria Teresa SEGARRA et al. « Ametsa : a generic home control system based on UPnP ». In : *ICOST 2003 : 1st International Conference On Smart homes and health Telematics, September 24-26, Paris, France*. 2003.
- [16] Maria Teresa SEGARRA et al. « Ametsa : un système de contrôle de l'environnement domestique générique fondé sur UPnP ». In : *SETIT (Conférence internationale Sciences Electroniques, Technologies de l'Information et des Télécommunications), 17-21 mars, Sousse, Tunisie*. 2003.
- [17] Mathieu SIMONNET et al. « Exploration cartographique non visuelle sur tablette tactile multitouch : « la stratégie du piano » ». In : *Sciences et technologies pour le handicap 5.1* (février 2013), p. 1–20.
- [18] Mathieu SIMONNET et al. « GeoTablet, une application cartographique pour les personnes déficientes visuelles ». In : *Handicap 2012*. Sous la dir. d'IFRATH. T. 7. Paris, 2012, p. 8–13.

- [19] Julie SOULAS, Philippe LENCA et André THÉPAUT. « Monitoring the habits of elderly people through data mining from home automation devices data ». In : *EPIA 2013 : proceedings of the 16th Portuguese Conference on Artificial Intelligence*. Sous la dir. de SPRINGER. T. 8154 - LNCS (Lecture Notes in Computer Science). Subseries : LNAI (Lecture Notes in Artificial Intelligence) - Progress In Artificial Intelligence. 2013, p. 343–354.
- [20] André THÉPAUT et al. « Adaptation and customization of services for the elderly ». In : *7th world conference ISG10: International Society for Gerontechnology*. 2010.
- [21] André THÉPAUT et al. « AIPA : aide par l'image aux personnes âgées : un projet soutenu par le pôle "Images et réseaux" ». In : *SFTAG'09 : 1er congrès de la société française des technologies pour l'autonomie et de gérontechnologie*. Université de Technologie de Troyes, 2009.
- [22] André THÉPAUT et al. « De la Télé-assistance pour personnes âgées à la Télé-relation : évolution du projet T@PA ». In : *Les Nouvelles technologies dans la cité, Rennes le 9 Décembre 2004*. 2004.
- [23] André THÉPAUT et al. « Évolution d'une application orientée services vers les Services Web ». In : *Génie logiciel* 76 (mar. 2006), p. 35–41.
- [24] Hélène TRELLU et André THÉPAUT. « Société branchée : quelle place pour tous nos aînés ? » In : *Colloque Intertic, 29-30 mai 2008, Université du Québec, Montréal*. 2008.
- [25] Julien ZIMMERMANN et al. « TéoDéVi, a response for low vision re-education ». In : *AAATE'2005, 8th European conference for the advancement of assistive technology in europe, Lille - September 6-9*. 2005.
- [26] Mohamed ZOUARI et al. « An Architectural Model for Building Distributed Adaptation Systems ». In : *5th International Symposium on Intelligent Distributed Systems*. 2011.