

Especificação de um Protocolo de Comunicação Comercial em *Join-Calculus*

Lucy Mari Tabuti

Orientadora: Ana Cristina V. Melo

{lucymari, acvm}@ime.usp.br

Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo
Rua do Matão, 1010 - cep: 05508-900 - São Paulo - Brasil

Setembro, 2000

Abstract

In this paper, we propose a case study using the *distributed join-calculus* (a specification language based upon formal development techniques) to specify a commercial communication protocol (*Wireless Application Protocol*) and verify its results and features concerned with mobility (mobile agents). *Join-calculus* is a formal model of concurrency that has defined concepts of mobility and distribution. The *distributed join-calculus* is an extension of *join-calculus* with explicit locations and primitives for mobility.

Síntese

A proposta deste trabalho é fazer um estudo de caso utilizando o *distributed join-calculus* (linguagem de especificação baseada em técnicas de desenvolvimento formal) para especificar um protocolo de comunicação comercial (WAP) e verificar seus resultados e características em relação à mobilidade (agentes móveis). O *join-calculus* é um modelo formal de concorrência com conceitos de mobilidade e distribuição. O *distributed join-calculus* é uma extensão do *join-calculus* com *locations* explícitas e primitivas para mobilidade.

Palavras-chave: *pi-calculus*, *join-calculus*, especificação formal, mobilidade, protocolos de comunicação.

1. Introdução

Temos estudado e visto que, atualmente, a abordagem sobre mobilidade e protocolos de comunicação tem sido bastante discutida na literatura. Avanços recentes na tecnologia de comunicação e no *hardware* têm introduzido a era da computação móvel. As capacidades presentes nos atuais computadores portáteis e na comunicação sem fio têm proposto que os usuários tenham acesso a um determinado grupo de trabalho a qualquer hora e em qualquer lugar. Isto é capaz de permitir que os usuários tenham uma maior rapidez na comunicação, podendo produzir mensagens com os recursos necessários e respondê-los mesmo quando em trânsito.

A necessidade das definições matemáticas rigorosas para os padrões de protocolos de comunicação é, atualmente, bastante reconhecida. Tais definições são necessárias para especificar protocolos e serviços, e para verificar se os protocolos cumprem os serviços desejados. Contudo, levando a uma não garantia dos serviços oferecidos, a maioria dos protocolos ainda confiam nas definições informais. No entanto, dada a complexidade inerentes às inovações nessa nova abordagem, haverá uma necessidade maior de usar métodos formais que possam especificar tais protocolos e garantir que eles cumpram os seus serviços.

Por isso, neste trabalho temos como objetivo a especificação de um modelo de protocolo de comunicação comercial usando as técnicas de desenvolvimento formal. O formalismo utilizado será o *distributed join-calculus* [FGLMR96] que é, na verdade, uma extensão do *join-calculus* [FG95] com *locations* (explícitas) e primitivas para mobilidade. O *join-calculus* é um modelo de concorrência usado como base de uma linguagem de programação e estudado formalmente como um cálculo de processos.

O restante deste artigo está dividido nas seguintes seções. Na seção 2 apresentamos os trabalhos correlatos; na seção 3 comentamos o formalismo a ser utilizado e o protocolo de comunicação a ser especificado; e, finalmente, na seção 4 analisamos a respeito da metodologia do trabalho a ser desenvolvido e os resultados esperados.

2. Trabalhos Correlatos

Os trabalhos desenvolvidos sobre especificação de protocolos de comunicação móvel, usando modelagem com técnicas formais, ainda estão sendo discutidos em virtude da comodidade em se conseguir desenvolver, até então, as especificações sem um formalismo adequado e alcançando os objetivos do protocolo.

No entanto, há vários trabalhos sendo estudados que abrangem uma linguagem de especificação formal e que têm por base a semântica do CCS [Mil89], por exemplo, [BA90, Bal90 e EF91]. Mas o uso de uma álgebra de processos tradicional, tal como a do CCS, se limita quanto a modelagem para grupos móveis. Por isso, o uso do *join-calculus* (que tem por base o *pi-calculus* [Mil91, MPW92]) e seus estudos nessa área [OP96, FG96, CF99].

Em relação a protocolos e mobilidade tem-se desenvolvido trabalhos como [BB94, Ioa93, HB93, MW93]. Em [AP98], os autores estudam, numa linguagem padrão de descrição de processos, uma versão altamente simplificada de propostas para *suportes de mobilidade* na versão 6 dos *protocolos de internet* (IP).

3. Abordagem

3.1. O formalismo utilizado

O formalismo utilizado será o *distributed join-calculus* [FGLMR96] que é, na verdade, uma extensão do *join-calculus* [FG95] com *locations* (explícitas) e primitivas para mobilidade.

O *join-calculus* é um modelo formal de concorrência com conceitos de mobilidade e distribuição. Este modelo possui os fundamentos de uma linguagem de programação com características funcionais e pode também ser estudado formalmente como um cálculo de processos semelhante ao *pi-calculus* assíncrono [Bou92].

O *distributed join-calculus* é um cálculo para agentes móveis cuja semântica oferece definições precisas para migração, falha e detecção de falha, podendo expressar execuções remotas, carregamento dinâmico de recursos remotos e protocolos com agentes móveis.

3.2. O protocolo a ser especificado

O protocolo de comunicação comercial que será utilizado para ser modelado e especificado formalmente, em relação às suas características e comportamentos sobre mobilidade, é o WAP (*Wireless Application Protocol*) [WAP98].

O WAP, protocolo para aplicações sem fio, é o resultado dos esforços do WAP Fórum [WAP98], visando a promover uma tecnologia padronizada a ser utilizada pela indústria no desenvolvimento de aplicações e serviços para ambientes móveis. Ele é uma especificação aberta e global, que visa a permitir que usuários de dispositivos móveis, sem fio, acessem facilmente informações e serviços de forma instantânea.

O WAP está posicionado com uma tendência de duas tecnologias de rede que estão evoluindo muito rapidamente: a transmissão de dados sem fio e a Internet. A grande maioria das tecnologias envolvidas para a Internet, no entanto, são destinadas a computadores de mesa, com alto poder de processamento, grande quantidade de memória, com média para alta largura de banda, em redes geralmente confiáveis. Por isso, a utilização em dispositivos sem fio obrigou a criação de um padrão que considerasse as seguintes características de ambientes móveis: (1) menor poder de processamento; (2) pouca memória (ROM e RAM); (3) consumo restrito de energia; (3) telas pequenas; (4) diferentes dispositivos de entrada de dados; (5) pequena largura de banda; (6) maiores latências na transmissão de dados; (7) pouca estabilidade entre durante a conexão.

4. Metodologia e Resultados Esperados

O nosso interesse é desenvolver um projeto de estudo de caso que utilizará a abordagem formal do *distributed join-calculus*. Esta é uma linguagem de especificação baseada em técnicas de desenvolvimento formal que pode especificar mobilidade por meio de *locations*. Utilizaremos esta linguagem para especificar as características e comportamento de mobilidade de um protocolo de comunicação comercial, o WAP, e verificar suas características e resultados em mobilidade.

Para tanto, estão sendo pesquisadas e estudadas as técnicas de especificação formal: (1) do *distributed join-calculus* — que será o formalismo utilizado; (2) do *join-calculus* — que é o formalismo base do *distributed join-calculus*; e (3) do *pi-calculus* — que é um

formalismo estudado já há mais tempo e que tem o mesmo poder de expressão que o *join-calculus*, podendo ser comparado ao *pi-calculus* assíncrono.

Um entendimento mais detalhado do WAP também será necessário para que possamos modelar e especificar as características e comportamento relacionados à mobilidade deste protocolo. E, em seguida, pretendemos verificar estas características e comportamento de mobilidade do WAP no formalismo do *distributed join-calculus*, e se tal formalismo assegura que o protocolo produz o que realmente se espera dele no que se refere a mobilidade.

5. Referências bibliográficas

- [AP98] R. M. Amadio e S. Prasad. Modelling IP Mobility. IFCPAR 1502-1. CONCUR 98. Junho 1998.
- [BA90] G. Bruns e S. Anderson. The formalization and Analysis of a Communications Protocol. *Technical Report*. University of Edinburgh. 1990.
- [Bal90] J.C.M.Baeten, editor. Applications of Process Algebra. Cambridge University Press. 1990.
- [BB94] C. E. Perkins e P. Bhagwat. A Mobile Networking System Base on Internet Protocol. *IEEE Personal Communications*. 1:32-41. 1994.
- [Bou92] G. Boudol. Asynchrony and the Pi-calculus. *Technical Report 1702*, INRIA Sophia-Antipolis, Maio 1992.
- [CF99] S. Conchon e F. L. Fessant. Jocaml: Mobile Agents for Objective-Caml. INRIA Rocquencourt. Maio 1999.
- [EF91] P. Ernberg, L. Fredlund e B. Jonsson. Specifications and Validation of a Simple Overtaking Protocol in LOTOS. In *Proc. 4th International Conference on Formal Description Techniques*. 1991.
- [FG96] C. Fournet e G. Gonthier. The Reflexive Chemical Abstract Machine and the Join-calculus. In *23rd ACM Symposium on Principles of Programming Languages*, POPL'96, 1996.
- [FGLMR96] C. Fournet, G. Gonthier, J.-J. Lévy, L. Maranget e D. Rémy. A Calculus of Mobile Agents. In *7th International Conference on Concurrency Theory*, CONCUR'96, 1996, LNCS 1119.
- [HB93] A. Harter e F. Bennett. Low Bandwidth Infra-Red Networks and Protocols for Mobile Communications Devices. *Technical Report*. Olivetti Research Ltd. 1993.
- [Ioa93] J. Ioannidis. Protocols for mobile Internetworking. *Technical Report*. Columbia University. 1993.
- [Mil89] R. Milner. Communication and Concurrency. Prentice Hall, 1989.
- [Mil91] R. Milner. The Polyadic Pi-calculus: a tutorial. *Technical Report ECS-LFCS-91-180*, University of Edinburgh, UK, Outubro 1991.
- [MPW92] R. Milner, J. Parrow e D. Walker. A Calculus of Mobile Processes (Partes I e II). *Information and Computation*, 100:1-77, 1992.
- [MW93] J. P. Mello e P. Wauner. Wireless Mobile Communications. *Byte*. 147-153. 1993.
- [WAP98] "Wireless Application Architecture Specification", WAP Forum, Abril 1998. URL: <http://www.wapforum.org/>.