

国際会議 FTCS-27 に参加して



若者

土屋達弘*

1. はじめに

1997年6月23日から25日までシアトル市で開催されたIEEEの国際会議FTCS-27 (27th Annual Symposium on Fault-Tolerant Computing)に参加して参りました。毎年6月に開かれるこの会議は、フォールトトレラントシステムの研究分野において最大のものであり、論文採択率が20%から25%の厳しさにあることでも知られています。幸運にも私達の論文は今年の会議で採択され、世界中の研究者が集まっている場所で成果を報告する機会に恵まれました。大学院の学生だった時期を含めても5年弱の研究経験しかない私にとって、このことは本当に貴重な経験となるとともに自信にもつながりました。以下、このフォールトトレラントシステムという研究分野と私自身の研究について、会議の感想を交えて説明させていただきます。

2. フォールトトレラントシステム

フォールトトレラントシステムという言葉は聞き慣れない言葉だと思いますが、フォールト=故障、トレラント=耐える、という意味ですから、耐故障システムと訳すことができます。

名前が示すようにこの分野における主な研究テーマは、故障が発生してもシステム全体としての機能を損なわないようにするための技術開発です。全体をカバーする統一的な理論体系を目指す研究ではなく、具体的な応用分野に依存した、科学というより工学の色合いが非常に強い研究が主に行われています。

私がこの分野に飛び込んだのは研究室配属という形で研究の世界に足を踏み入れたのと同時に、大阪大学大学院に入学した5年前(平成5年)の春でした。研究室選りと同様、何気なく選んだ道でしたが、そのまま現在に至っています。学生時代は、構成要素の故障を考慮に入れてシステム全体の信頼性をどう評価するかという研究を行ってきました。故障はランダムに起こるものであり、このような特性はマルコフ過程と呼ばれる確率過程の一種によってうまく表現することができます。システムの振る舞いをマルコフ過程で表現できれば、後はそのマルコフ過程を解析することで信頼性を計算することができます。なお、信頼性評価の基本的な部分、すなわち複雑なマルコフ過程をいかに高速に解析するかという部分についての研究はある程度確立された感があります。従って、現在では評価方法よりも、評価結果に基づいて具体的な改善方法を示すことが重用視されているようです。

当時の自分自身の研究姿勢について振り返って見ると、世の中でどのような研究成果が求められているかという点についての配慮がやや足りなかったように思われます。具体的には、評価方法の詳細化にこだわりすぎ、評価結果をどう利用するかという点が疎かになっていました。ようやく最近になって、こういった反省もできるようになってきました。

* Tatsuhiro TSUCHIYA

1972年3月3日生

大阪大学大学院基礎工学研究科物理系専攻修了

現在、大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻、助手、工学修士、情報工学

TEL 06-850-6567

FAX 06-850-6569

E-Mail t-tuchiya@ics.es.

osaka-u.ac.jp



3. 耐故障プログラム

ところで、今回会議で発表したのは信頼性評価に関する研究結果ではなく、耐故障プログラムの設計に関するものでした。これは、先程の反省もあって信頼性評価以外のテーマの必要性を感じ、研究室の学生とこの2年間取り組んできたものです。また、博士後期課程を1年で中途退学し助手として働き始めた私にとって、最初に「指導」した研究でもありました。

この研究では、複数のコンピュータを同時に使って処理を行うプログラム(並列プログラム)を、仮に1台のコンピュータが故障してもそのまま動作を継続できるようにする設計法を提案しています。このような耐故障プログラムは、基本的にはプログラムを構成する各命令を2台以上の異なるコンピュータ上で二重化して実行することで実現できます。ただし、すべての命令を2回以上実行するわけですから、耐故障性を考えない場合に比べてプログラムの実行時間はどうしても増加してしまいます。そこで、いかにこのような余分な実行時間を低く抑えて耐故障性を達成するかということが問題になってきます。

この問題に取り組むため、私達はまず並列プログラムにおける次のような特性に注目して研究を進めました。プログラム中の命令はすべて互いに独立というわけではなく、前の命令が完了してからでないとい次の命令が実行できないという依存関係を持つ場合が多々あります。今、命令Aの結果に基づいて命令BとCが実行されるとします。さらに、AとBはコンピュータ1で、Cは別のコンピュータ2で実行されるものと仮定すると、CはBとは異なり、Aの結果を受け取るためにコンピュータ1からの通信を待たなければなりません。そこで、Aを二重化してコンピュータ2上でも実行するようにします。すると、CはAの結果を通信なしに直接受け取ることができるため通信待ちの時間が削られて、命令Aを二重化しない場合よりも早く実行されることとなります。

並列プログラムのこのような特性を利用して命令の二重化を逆手に取ることで、余分な実行

時間を極力抑えて耐故障性が実現できないかと考えました。つまり、命令を二重化して実行する場合に、その命令の結果を必要とする命令とできるだけ同じコンピュータ上で実行して通信待ちの時間を削ることを検討したわけです。最終的には幾つかの並列プログラムを対象にした評価実験で、実行時間をほとんど増加させることなく耐故障性が実現できることを示しました。

このように基本となるアイデアは単純であったにも係わらず、私達の研究が幸いにも評価を受けることができたのは、次のような理由からではないかと想像しています。まず、コンピュータとネットワークの普及で並列処理が身近になり、並列プログラムの耐故障化技術へのニーズが高まっていること。そして、幾つかの実用的なプログラムについて有効性を実験的に示すことができたことです。とにかく、何日も大学に泊まり込んで作業をしたあの苦労がやっと報われたという感で一杯です。

4. 会議を通じて

会議での発表は私ではなく、研究を中心となって進めてきた博士課程1年の学生が行いました。発表は会議2日目の早朝のセッションでしたが、会場は立ち見ができるほどの盛況でした。国際会議での発表は彼にとって2回目の経験であり、また発表の準備も十分していたため、参加者にはこちらの意図がよく伝わったようです。ただ、英語での質疑応答は難しく、その場では十分な受け答えができなかったことが悔やまれます。

そういった訳で、会議を通じて一番痛切に感じたのが英語力の不足ということでした。このことは国際会議に出席する度に骨身にしみているはずなのですが、一朝一夕にはどうすることもできません。また、当然ながら英語力の不足は他人の発表を理解するという点に関しても妨げになります。3日間の会議期間の内ほとんどの時間はセッションに参加していたのですが、正直なところ良く理解できた講演は数えるほどでした。ただ、これは英語の問題だけではなく、こちらの予備知識が不足していたり、講演自体が良く準備されていなかったりしたのではないかと思います。

講演の大半はアメリカの研究機関に所属している研究者によるものでしたが、その内のかなりの部分がアメリカ以外の国からの留学生と、留学後そのままアメリカで活躍している研究者で占められていたように思います。特に目についたのは、インド出身の研究者が非常に多いということでした。現在、インド国内のコンピュータ産業の興隆が何かと話題になっていますが(例えばIEEE Computer 1997年6月号の特集記事)、それに伴って技術先進国であるアメリカへの留学熱が高まっているのではないかと推測しています。

会議では、講演の合間をぬってボーイング社の工場と研究所への見学も実施されました。航空機制御は高信頼性が最も必要とされる分野であり、フォールトトレラントシステムの導入が不可欠なため、関連企業の関心は非常に高いものがあります(実際、本年の会議はボーイング社の協賛で行われました)。日本では考えられ

ない広さの敷地と建物に驚かされたこの見学も、また一つの良い経験になりました。

5. お わ り に

助手として働きだして2年、私もようやく少しずつ研究の面白さ、難しさが実感できるようになってきました。このような時期にFTCSという権威のある国際会議で研究成果を報告できたことは幸運でしたが、今後も結果を出し続けていけるのだろうかという不安も少しばかり残りました。ただ今は、研究を楽しんで進めていけば結果は後からついてくるものだと楽観的に考えるように努めています。

謝 辞

執筆の機会を与えて下さいました大阪大学基礎工学研究科の宮原秀夫教授と日頃ご指導を賜っている菊野亨教授に感謝いたします。

