

How to Read a Paper

논문 읽는 법

S. Keshav

David R. Cheriton School of Computer Science, University of Waterloo
Waterloo, ON, Canada
keshav@uwaterloo.ca

ABSTRACT

초록

Researchers spend a great deal of time reading research papers. However, this skill is rarely taught, leading to much wasted effort. This article outlines a practical and efficient

그러나 이러한 능력은 좀처럼 가르쳐지지 않으며, 그 결과 많은 노력이 낭비된다.

three-pass method for reading research papers. I also describe how to use this method to do a literature survey.

또한 이 방법을 사용하여 문헌 조사를 수행하는 방법도 설명한다.

Categories and Subject Descriptors: A.1 [Introductory
분류 및 주제 설명자: A.1 [입문
and Survey]

및 조사]

General Terms: Documentation.

일반 용어: 문서화.

Keywords: Paper, Reading, Hints.

키워드: 논문, 읽기, 힌트.

1. INTRODUCTION

1. 서론

Researchers must read papers for several reasons: to review them for a conference or a class, to keep current in their field, or for a literature survey of a new field. A typical researcher will likely spend hundreds of hours every year reading papers.

일반적인 연구자는 매년 수백 시간을 논문을 읽는 데 사용할 가능성이 높다.

Learning to efficiently read a paper is a critical but rarely taught skill. Beginning graduate students, therefore, must learn on their own using trial and error. Students waste

따라서 대학원에 갓 입학한 학생은 시행착오를 거치며 스스로 배워야 한다. much effort in the process and are frequently driven to frustration.

학생은 이 과정에서 많은 노력을 낭비하고, 자주 좌절하게 된다.

For many years I have used a simple approach to efficiently read papers. This paper describes the ‘three-pass’ approach and its use in doing a literature survey.

이 논문에서는 세 번 읽기 방법과 이를 문헌 조사에 활용하는 방법을 설명한다.

2. THE THREE-PASS APPROACH

2. 세 번 읽기 방법

The key idea is that you should read the paper in up to three passes, instead of starting at the beginning and plowing your way to the end. Each pass accomplishes specific goals and builds upon the previous pass: The *first* pass

lets you grasp the paper’s content, but not its details. The *second* pass

lets you grasp the paper’s content, but not its details. The *second* pass

third pass helps you understand the paper in depth.

세 번째 읽기인 *third*에서는 논문을 깊이 이해한다.

2.1 The first pass

2.1 첫 번째 읽기

The first pass is a quick scan to get a bird’s-eye view of the paper. You can also decide whether you need to do any

또한 추가로 읽기를 진행해야 하는지도 결정할 수 있다.

and consists of the following steps:

이 읽기는 약 5~10분이 소요되며 다음 단계로 구성된다.

1. Carefully read the title, abstract, and introduction

1. 제목, 초록, 서론을 주의 깊게 읽는다

2. Read the section and sub-section headings, but ignore everything else

2. 절 제목과 하위 절 제목을 읽되, 나머지는 모두 무시한다

3. Read the conclusions

3. 결론을 읽는다

4. Glance over the references, mentally ticking off the ones you’ve already read

4. 참고 문헌을 훑어보면서 이미 읽은 문헌에 머릿속으로 표시한다

At the end of the first pass, you should be able to answer the *five Cs*:

첫 번째 읽기가 끝나면 다음 5가지 C에 답할 수 있어야 한다.

1. *Category*: What type of paper is this? A measurement paper? An analysis of an existing system? A description of a research prototype?

1. *Category*: 이 논문은 어떤 유형인가? 측정 논문인가? 기존 시스템을 분석한 논문인가? 연구 프로토타입을 설명한 논문인가?

2. *Context*: Which other papers is it related to? Which theoretical bases were used to analyze the problem?

2. *Context*: 이 논문은 다른 어떤 논문과 관련되어 있는가? 문제를 분석하는 데 어떤 이론적 토대를 사용했는가?

3. *Correctness*: Do the assumptions appear to be valid?

3. *Correctness*: 가정은 타당해 보이는가?

4. *Contributions*: What are the paper’s main contributions?

4. *Contributions*: 논문의 주요 기여는 무엇인가?

5. *Clarity*: Is the paper well written?

5. *Clarity*: 논문은 잘 작성되었는가?

Using this information, you may choose not to read further. This could be because the paper doesn’t interest you, or you don’t know enough about the area to understand the paper, or that the authors make invalid assumptions.

The first pass is adequate for papers that aren’t in your research area, but may someday prove relevant.

첫 번째 읽기는 현재 연구 분야에 속하지 않지만 언젠가 관련성이 있을 수 있는 논문에 적합하다.

Incidentally, when you write a paper, you can expect most reviewers (and readers) to make only one pass over it. Take care to choose coherent section and sub-section titles and to write concise and comprehensive abstracts. If a reviewer cannot understand the gist after one pass, the paper will likely be rejected; if a reader cannot understand the highlights of the paper after five minutes, the paper will likely never be read.

심사자가 한 번 읽고도 핵심 내용을 이해하지 못하면 논문은 거부될 가능성이 크고, 독자가 5분 안에 논문의 주요 내용을 이해하지 못하면 그 논문은 아예 읽히지 않을 가능성이 크다.

care to choose coherent section and sub-section titles and to write concise and comprehensive abstracts. If a reviewer cannot understand the gist after one pass, the paper will likely be rejected; if a reader cannot understand the highlights of the paper after five minutes, the paper will likely never be read.

심사자가 한 번 읽고도 핵심 내용을 이해하지 못하면 논문은 거부될 가능성이 크고, 독자가 5분 안에 논문의 주요 내용을 이해하지 못하면 그 논문은 아예 읽히지 않을 가능성이 크다.

2.2 The second pass

2.2 두 번째 읽기

In the second pass, read the paper with greater care, but ignore details such as proofs. It helps to jot down the key points, or to make comments in the margins, as you read.

읽으면서 핵심 요점을 간단히 적거나 여백에 주석을 달면 도움이 된다.

1. Look carefully at the figures, diagrams and other illustrations in the paper. Pay special attention to graphs. Are the axes properly labeled? Are results shown with error bars, so that conclusions are statistically significant? Common mistakes like these will separate rushed, shoddy work from the truly excellent.

1. 논문의 그림, 도표 및 기타 삽화를 주의 깊게 살펴본다. 그래프에 특별히 주의를 기울인다. 축에는 적절한 레이블이 붙어 있는가? 결론이 통계적으로 유의하도록 결과가 오차 막대와 함께 제시되었는가? 이러한 흔한 실수는 성급하고 부실한 작업과 진정으로 뛰어난 작업을 가른다.

2. Remember to mark relevant unread references for further reading (this is a good way to learn more about the background of the paper).

2. 추가로 읽을 수 있도록 관련된 미독 참고문헌을 표시하는 것을 잊지 않는다(이는 논문의 배경을 더 잘 이해하는 좋은 방법이다).

The second pass should take up to an hour. After this 두 번째 읽기에는 최대 1시간이 걸린다.

pass, you should be able to grasp the content of the paper. 이 읽기를 마치면 논문의 내용을 파악할 수 있어야 한다.

You should be able to summarize the main thrust of the paper, with supporting evidence, to someone else. This level of 뒷받침 근거와 함께 논문의 핵심 주장을 다른 사람에게 요약할 수 있어야 한다.

detail is appropriate for a paper in which you are interested, but does not lie in your research speciality.

이 정도의 세부 수준은 관심은 있지만 자신의 연구 전문 분야에는 속하지 않는 논문에 적절하다.

Sometimes you won’t understand a paper even at the end of the second pass. This may be because the subject matter 때로는 두 번째 읽기가 끝난 뒤에도 논문을 이해하지 못할 수 있다.

is new to you, with unfamiliar terminology and acronyms. 이는 주제가 자신에게 새롭고 생소한 전문 용어와 약어가 포함되어 있기 때문일 수 있다.

Or the authors may use a proof or experimental technique that you don’t understand, so that the bulk of the paper is incomprehensible. The paper may be poorly written 또는 저자가 자신이 이해하지 못하는 증명이나 실험 기법을 사용하여 논문의 대부분을 이해할 수 없기 때문일 수 있다.

with unsubstantiated assertions and numerous forward references. Or it could just be that it’s late at night and you’re 논문이 근거 없는 주장과 수많은 뒤로 참조하는 내용을 포함하여 서술이 부실할 수도 있다.

tired. You can now choose to: (a) set the paper aside, hoping 또는 단지 늦은 밤이라 피곤하기 때문일 수도 있다. 이제 다음 중 하나를 선택할 수 있다.

you don’t need to understand the material to be successful in your career, (b) return to the paper later, perhaps after (a) 자신의 경력에서 성공하는 데 해당 내용을 이해할 필요가 없기를 바라며 논문을 일단 제쳐 둔다,

reading background material or (c) persevere and go on to (b) 배경 자료를 읽은 뒤와 같이 나중에 논문으로 돌아온다, 또는 the third pass.

(c) 인내심을 갖고 세 번째 읽기로 넘어간다.

2.3 The third pass

2.3 세 번째 읽기

To fully understand a paper, particularly if you are reviewer, requires a third pass. The key to the third pass 논문을 완전히 이해하려면, 특히 논문 심사자라면 세 번째 읽기가 필요하다. is to attempt to *virtually re-implement* the paper: that is, making the same assumptions as the authors, re-create the work. By comparing this re-creation with the actual paper, 세 번째 읽기의 핵심은 논문을 가상으로 재구현하는 것이다. 즉, 저자와 동일한 가정을 하고 연구를 재현해 보는 것이다.

you can easily identify not only a paper’s innovations, but also its hidden failings and assumptions.

이렇게 재현한 결과를 실제 논문과 비교하면 논문의 혁신뿐만 아니라 숨겨진 결함과 가정도 쉽게 식별할 수 있다.

This pass requires great attention to detail. You should 이 읽기에는 세부 사항에 대한 큰 주의가 필요하다.

identify and challenge every assumption in every statement. 모든 문장에 포함된 모든 가정을 식별하고 검토해야 한다.

Moreover, you should think about how you yourself would present a particular idea. This comparison of the actual 또한 특정 아이디어를 자신이라면 어떻게 제시할지 생각해 보아야 한다.

with the virtual lends a sharp insight into the proof and presentation techniques in the paper and you can very likely add this to your repertoire of tools. During this pass, you 실제 내용과 가상으로 재현한 내용을 비교하면 논문의 증명 및 제시 기법을 날카롭게 통찰할 수 있으며, 이를 자신의 도구 목록에 추가할 가능성이 매우 높다.

should also jot down ideas for future work.

이 읽기 중에는 향후 연구를 위한 아이디어도 적어 두어야 한다.

This pass can take about four or five hours for beginners, and about an hour for an experienced reader. At the end 초보자에게는 이 읽기에 약 4~5시간이 걸릴 수 있고, 숙련된 독자에게는 약 1시간이 걸릴 수 있다.

of this pass, you should be able to reconstruct the entire structure of the paper from memory, as well as be able to identify its strong and weak points. In particular, you should 이 읽기를 마치면 논문의 전체 구조를 기억만으로 재구성할 수 있을 뿐만 아니라 논문의 강점과 약점도 식별할 수 있어야 한다.

be able to pinpoint implicit assumptions, missing citations to relevant work, and potential issues with experimental or analytical techniques.

특히 암묵적 가정, 관련 연구에 대한 누락된 인용, 실험 또는 분석 기법의 잠재적 문제를 정확히 찾아낼 수 있어야 한다.

3. DOING A LITERATURE SURVEY

3. 문헌 조사 수행

Paper reading skills are put to the test in doing a literature survey. This will require you to read tens of papers, perhaps 문헌 조사를 수행할 때 논문 읽기 능력이 시험대에 오른다.

in an unfamiliar field. What papers should you read? Here 이를 위해서는 새로운 분야일 수도 있는 분야의 논문을 수십 편 읽어야 한다. 어떤 논문을 읽어야 하는가?

is how you can use the three-pass approach to help.

세 번 읽기 방법을 활용하면 다음과 같이 도움을 받을 수 있다.

First, use an academic search engine such as Google Scholar or CiteSeer and some well-chosen keywords to find three to five *recent* papers in the area. Do one pass on each pa- 먼저 학술 검색 엔진인 Google Scholar 또는 CiteSeer와 잘 선택한 몇 가지 키워드를 사용하여 해당 분야의 최신 논문 3~5편을 찾는다.

per to get a sense of the work, then read their related work sections. You will find a thumbnail summary of the recent 각 논문을 한 번씩 읽어 연구의 전반적인 내용을 파악한 다음, 논문의 관련 연구 부분을 읽는다.

work, and perhaps, if you are lucky, a pointer to a recent survey paper. If you can find such a survey, you are done. 그러면 최신 연구에 대한 간략한 요약을 얻을 수 있으며, 운이 좋다면 최신 조사 논문으로 연결되는 경로도 찾을 수 있다. 그러한 조사 논문을 찾을 수 있다면 작업은 끝난다.

Read the survey, congratulating yourself on your good luck. 그 조사 논문을 읽으며 자신의 행운을 자축한다.

Otherwise, in the second step, find shared citations and repeated author names in the bibliography. These are the 그렇지 않다면 두 번째 단계에서 참고 문헌 목록에서 공통 인용과 반복해서 등장하는 저자 이름을 찾는다.

key papers and researchers in that area. Download the key 이들이 해당 분야의 핵심 논문과 연구자이다.

papers and set them aside. Then go to the websites of the 핵심 논문을 내려받아 따로 보관한다.

key researchers and see where they’ve published recently.

그런 다음 핵심 연구자들의 웹사이트를 방문하여 그들이 최근 어디에 논문을 발표했는지 확인한다.

That will help you identify the top conferences in that field because the best researchers usually publish in the top conferences.

최고의 연구자들은 대개 주요 학회에 논문을 발표하므로, 이를 통해 해당 분야의 주요 학회를 파악할 수 있다.

The third step is to go to the website for these top conferences and look through their recent proceedings. A quick 세 번째 단계는 이러한 주요 학회의 웹사이트를 방문하여 최근 학회 논문집을 살펴보는 것이다.

scan will usually identify recent high-quality related work. 빠르게 훑어보면 대개 최근의 수준 높은 관련 연구를 찾아낼 수 있다.

These papers, along with the ones you set aside earlier, constitute the first version of your survey. Make two passes 이 논문들은 앞서 따로 분류해 둔 논문들과 함께 문헌 조사의 첫 번째 버전을 구성한다.

through these papers. If they all cite a key paper that you 이 논문들을 두 차례 읽는다.

did not find earlier, obtain and read it, iterating as necessary.

앞서 찾지 못한 핵심 논문을 이 논문들이 모두 인용하고 있다면, 그 논문을 입수하여 읽고 필요에 따라 이 과정을 반복한다.

4. EXPERIENCE

4. 경험

I’ve used this approach for the last 15 years to read conference proceedings, write reviews, do background research, and to quickly review papers before a discussion. This dish- 나는 지난 15년 동안 학회 논문집을 읽고, 리뷰를 작성하고, 배경 조사를 수행하며, 토론에 앞서 논문을 빠르게 검토할 때 이 접근법을 사용해 왔다. ciplined approach prevents me from drowning in the details before getting a bird’s-eye-view. It allows me to estimate the 이러한 규율 있는 접근법은 전체 조망을 얻기도 전에 세부 사항에 파묻히는 일을 막아 준다.

amount of time required to review a set of papers. More- 또한 이 접근법을 사용하면 여러 논문을 검토하는 데 필요한 시간을 추정할 수 있다.

over, I can adjust the depth of paper evaluation depending on my needs and how much time I have.

더욱이 필요한 사항과 사용할 수 있는 시간에 따라 논문 평가의 깊이를 조절할 수 있다.

5. RELATED WORK

5. 관련 연구

If you are reading a paper to do a review, you should also read Timothy Roscoe’s paper on “Writing reviews for systems conferences” [2]. If you’re planning to write a technical 리뷰를 작성하기 위해 논문을 읽는다면, Timothy Roscoe의 “시스템 학회를 위한 리뷰 작성” 논문도 읽어야 한다 [2].

paper, you should refer both to Henning Schulzrinne’s comprehensive web site [3] and George Whitesides’s excellent overview of the process [4]. Finally, Simon Peyton Jones 기술 논문을 작성할 계획이라면 Henning Schulzrinne의 종합적인 웹사이트 [3]와 George Whitesides의 이 과정에 관한 훌륭한 개요 [4]를 모두 참고해야 한다.

has a website that covers the entire spectrum of research skills [1].

마지막으로 Simon Peyton Jones는 연구 기술의 전 영역을 다루는 웹사이트를 운영한다 [1].

6. A REQUEST

6. 요청

I would like to make this a living document, updating it as I receive comments. Please take a moment to email me 나는 의견을 받는 대로 이 문서를 업데이트하여 살아 있는 문서로 만들고 싶다.

any comments or suggestions for improvement. You can also 잠시 시간을 내어 개선을 위한 의견이나 제안이 있으면 이메일로 보내 주기 바란다.

add comments at CCRo, the online edition of CCR [5].

CCR의 온라인 판인 CCRo에도 의견을 남길 수 있다 [5].

7. ACKNOWLEDGMENTS

7. 감사의 글

The first version of this document was drafted by my students: Hossein Falaki, Earl Oliver, and Sumair Ur Rahman. 이 문서의 첫 번째 버전은 나의 학생들인 Hossein Falaki, Earl Oliver, Sumair Ur Rahman이 작성했다.

My thanks to them. I also benefited from Christophe Diot’s 이들에게 감사한다.

perceptive comments and Nicole Keshav’s eagle-eyed copy-editing.

또한 Christophe Diot의 통찰력 있는 의견과 Nicole Keshav의 꼼꼼한 교정 편집으로부터 많은 도움을 받았다.

This work was supported by grants from the National Science and Engineering Council of Canada, the Canada Research Chair Program, Nortel Networks, Microsoft, Intel Corporation, and Sprint Corporation.

이 연구는 National Science and Engineering Council of Canada, Canada Research Chair Program, Nortel Networks, Microsoft, Intel Corporation, Sprint Corporation의 지원금으로 수행되었다.

8. REFERENCES

8. 참고문헌

- [1] S. Peyton Jones, “Research Skills,” <http://research.microsoft.com/simonpj/Papers/giving-a-talk/giving-a-talk.htm>.
- [2] T. Roscoe, “Writing Reviews for Systems Conferences,” <http://people.inf.ethz.ch/troscoe/pubs/review-writing.pdf>.
- [3] H. Schulzrinne, “Writing Technical Articles,” <http://www.cs.columbia.edu/hgs/etc/writing-style.html>.

- [4] G.M. Whitesides, “Whitesides’ Group: Writing a Paper,”
<http://www.che.iitm.ac.in/misc/dd/writepaper.pdf>.
- [5] ACM SIGCOMM Computer Communication Review
Online, <http://www.sigcomm.org/ccr/drupal/>.