

1. 실행 결과

```
2018-16371@sp4:~/proxylab-handout$ ./driver.sh
*** Basic ***
Starting tiny on 31172
Starting proxy on 5817
1: home.html
  Fetching ./tiny/home.html into ./proxy using the proxy
  Fetching ./tiny/home.html into ./noproxy directly from Tiny
  Comparing the two files
  Success: Files are identical.
2: csapp.c
  Fetching ./tiny/csapp.c into ./proxy using the proxy
  Fetching ./tiny/csapp.c into ./noproxy directly from Tiny
  Comparing the two files
  Success: Files are identical.
3: tiny.c
  Fetching ./tiny/tiny.c into ./proxy using the proxy
  Fetching ./tiny/tiny.c into ./noproxy directly from Tiny
  Comparing the two files
  Success: Files are identical.
4: godzilla.jpg
  Fetching ./tiny/godzilla.jpg into ./proxy using the proxy
  Fetching ./tiny/godzilla.jpg into ./noproxy directly from Tiny
  Comparing the two files
  Success: Files are identical.
5: tiny
  Fetching ./tiny/tiny into ./proxy using the proxy
  Fetching ./tiny/tiny into ./noproxy directly from Tiny
  Comparing the two files
  Success: Files are identical.
Killing tiny and proxy
basicScore: 40/40

*** Concurrency ***
Starting tiny on port 18758
Starting proxy on port 28330
Starting the blocking NOP server on port 7730
Trying to fetch a file from the blocking nop-server
Fetching ./tiny/home.html into ./noproxy directly from Tiny
Fetching ./tiny/home.html into ./proxy using the proxy
Checking whether the proxy fetch succeeded
Success: Was able to fetch tiny/home.html from the proxy.
Killing tiny, proxy, and nop-server
concurrencyScore: 15/15

*** Cache ***
Starting tiny on port 19530
Starting proxy on port 32517
Fetching ./tiny/tiny.c into ./proxy using the proxy
Fetching ./tiny/home.html into ./proxy using the proxy
Fetching ./tiny/csapp.c into ./proxy using the proxy
Killing tiny
Fetching a cached copy of ./tiny/home.html into ./noproxy
Success: Was able to fetch tiny/home.html from the cache.
Killing proxy
cacheScore: 15/15

totalScore: 70/70
```

```

2018-163718sp4:~/proxyLab-handout$ curl --proxy localhost:15140 http://csapp.cs.cmu.edu
Accepted connection from (localhost, 40304)
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN" "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">

<html>
<head>
<title>CS:APP3e, Bryant and O'Hallaron</title>
<link href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/css/csapp.css" rel="stylesheet" type="text/css">
</head>

<!-- Page-independent header -->
<div id="cover_box">
<a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/home.html">

</a>
</div>
<div id="title_box">
<p class="title">Computer Systems: A Programmer's Perspective, 3/E (CS:APP3e)</p>
<p class="author"> <a href="http://www.cs.cmu.edu/~bryant">Randal E. Bryant</a> and <a href="http://www.cs.cmu.edu/~droh">David R. O'Hallaron</a>, Carnegie Mellon University</p>
<p>
<a href="http://csapp.cs.cmu.edu/2e/home.html">Legacy site for the second edition</a>
</p>
</div>

<!-- Page-dependent links go in the horizontal navigation bar -->
<div id="top_nav_box">
<ul>
<li><a href="mailto:randy.bryant@cs.cmu.edu, droh@cs.cmu.edu">Contact us</a>
<li><a href="mailto:tracy.johnson@pearson.com">Request desk copy</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/changes3e.html">Changes from 2/E</a>
<li><a href="http://www.amazon.com/Computer-Systems-Programmers-Perspective-Edition/dp/013409266X">Amazon.com</a>
<li><a href="http://www.pearsonhighered.com/educator/product/Computer-Systems-A-Programmers-Perspective-3E/9780134092669.page">Pearson</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/about.html">About</a>
</ul>
</div>

<!-- Page-independent links go in the vertical navigation bar -->
<div id="left_nav_box">
<ul>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/home.html">Home</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/waside.html">Web Asides</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/students.html">Student Site</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/instructors.html">Instructor Site</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/pieces/preface3e.pdf">TOC and Preface</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/adoptions.html">Adoptions</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/errata.html">Errata</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/papers.html">Papers</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/curriculum.html">Curriculum</a>
<li><a href="http://csapp.cs.cmu.edu/3e/courses.html">Courses</a>
</ul>
</div>

<div id="content_box">
<!-- ... -->
<!-- CONTENT GOES HERE -->
<!-- ..... -->

<p>
<b><!-- Overview. --></b> This book (CS:APP3e) is the third edition of a
book that stems from the introductory computer systems course we
2018-163718sp4:~/proxyLab-handout$ ./proxy 15140 &
[1] 1627269
2018-163718sp4:~/proxyLab-handout$ curl --proxy localhost:15140 http://www.sk.co.kr
Accepted connection from (localhost, 40298)

<doctype html>
<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge"/>
<html lang="ko">
<head>
<meta charset="UTF-8">
<meta name="Author" content="">
<meta name="description" content="SK공식 홈페이지입니다. 기업문화, 역사, SUPEX추구협의회 및 계열사 정보, 채용안내, 사회공헌 활동 소개">
<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0, minimum-scale=1.0, maximum-scale=1.0, user-scalable=no">
<script src="/lib/plugin/jquery-1.11.1.min.js"></script>
<!-- 크로스브라우징 -->
<!--[if lt IE 9]>
<script src="/lib/plugin/html5shiv.min.js"></script>
<![endif]>-->
<link rel="stylesheet" href="/lib/fonts/fonts.css" />
<link rel="stylesheet" href="/lib/plugin/slick.css" />
<link rel="stylesheet" href="/lib/plugin/daterangepicker/daterangepicker.css"><!-- 달력 스타일 -->
<link rel="stylesheet" href="/lib/style/common.css?ver=220303" /><!-- mib220303 ver 수정 -->
<link rel="stylesheet" href="/lib/style/contents.css?ver=211124" /><!-- mib211124 ver 변경 -->
<link rel="stylesheet" href="/lib/style/sub.css?ver=220523" /><!-- mib220523 ver 추가 -->
<link rel="stylesheet" href="/lib/style/popup.css?ver=220523"><!-- mib220523 ver 변경 -->
<title>SK</title>
<link rel="shortcut icon" type="image/x-icon" href="/lib/images/common/Logo_32x32.png" />
<link rel="image_src" href="https://www.sk.co.kr/lib/images/common/sk_image.png" />
<link rel="canonical" href="https://www.sk.co.kr">
<link rel="icon" href="/lib/images/common/Logo_192x192.png" />
<link rel="apple-touch-icon-precomposed" href="/lib/images/common/Logo_180x180.png" />
<meta name="msapplication-TileImage" content="/lib/images/common/Logo_270x270.png" />
<meta name="naver-site-verification" content="c32beaab50ad6e214abfd49b7361bf500adcd76e"/>
<meta name="robots" content="index,follow">
<!-- 페이스북 -->
<meta property="fb:app_id" content="Write facebook developer's app_id number" />
<meta property="og:title" content="SK" />
<meta property="og:site_name" content="SK" />
<meta property="og:type" content="website" />
<meta property="og:url" content="https://www.sk.co.kr" />
<meta property="og:description" content="SK공식 홈페이지입니다. 기업문화, 역사, SUPEX추구협의회 및 계열사 정보, 채용안내, 사회공헌 활동 소개" />
<meta property="og:image" content="https://www.sk.co.kr/lib/images/common/sk_facebook.png" />
<meta property="og:image:width" content="182" />
<meta property="og:image:height" content="182" />
<!-- 트위터 -->
<meta name="twitter:card" content="summary" />
<meta name="twitter:site" content="@skstory_blog" />
<meta name="twitter:creator" content="@skstory_blog" />
<meta name="twitter:url" content="https://www.sk.co.kr" />
<meta name="twitter:title" content="SK" />
<meta name="twitter:description" content="SK공식 홈페이지입니다. 기업문화, 역사, SUPEX추구협의회 및 계열사 정보, 채용안내, 사회공헌 활동 소개" />
<meta name="twitter:image" content="https://www.sk.co.kr/lib/images/common/sk_image.png" />
<!-- mib190610 seo 관련 youtube 주소 추가// --><!-- mib200423 Type 변경 및 네이버tv 추가// -->
<script type="application/ld+json">
{
  "@context": "http://schema.org",
  "@type": "Organization",
  "name": "SK",
  "url": "https://www.sk.co.kr",
  "logo": "https://www.sk.co.kr/lib/images/common/Logo_32x32.png",
  "image": "https://www.sk.co.kr/lib/images/common/sk_image.png",
  "contactPoint": {
    "@type": "ContactPoint",
    "telephone": "+82-2-2000-1111",
    "contactType": "Customer Service Center"
  },
  "address": {
    "@type": "PostalAddress",
    "streetAddress": "123, SK Tower",
    "addressLocality": "Seoul",
    "addressRegion": "Seoul",
    "postalCode": "04539",
    "country": "Korea"
  },
  "foundingDate": "1986-01-01",
  "founder": "Lee Jaehoon",
  "parentOrganization": "SK Group",
  "hasEmployee": "100000"
}
</script>

```

(real page 부분은 결과를 모두 첨부하기에 너무 길어 앞부분만 첨부합니다. 코드를 실행해 보면 더 많은 결과를 확인하실 수 있습니다. 캡처 범위 때문에 글씨가 너무 작아져서 죄송합니다.)

2. 구현 방법

1) Part 1

Part 1은 슬라이드와 교과서의 tiny web server를 참고하여 기본적인 sequential web proxy server를 구현했다. 먼저 `open_listenfd()`를 통해 `listenfd`를 열고, 여기로 들어오는 connection을 하나씩 처리했다. 먼저 request line을 HTTP버전과 명령어, uri로 파싱하고 명령어가 GET인 경우에만 해당 요청을 처리하게 한다. 명령어가 GET인 경우에는 요청을 처리하기 위해 요청이 들어온 original web server와의 connection을 열고, uri의 suffix(path)를 이용하여 original web server로 GET 요청을 보냈다. 그 후 Original web server에서 온 response들을 수정 없이 `connfd`로 내보냈다.

2) Part 2

Part 2는 Part 1을 스레드 기반 서버로 변경하여 구현했다. thread라는 스레드 생성 시 호출할 함수를 구현하고, 메인에서 해당 함수에 `connfd`가 담긴 힙 공간 포인터를 전달하게 했다. thread함수는 먼저 스레드를 detach하고, `connfd`를 읽어서 해당 `connfd`로 해야 할 작업들을 한 뒤에 `connfd`를 닫는다.

3) Part 3

Part 3는 캐시를 구현하고 요청을 처리하는 과정에서 캐시를 확인 혹은 캐시에 저장을 하는 과정들을 추가했다. 우선 요청이 들어왔을 때 먼저 캐시를 확인하고 캐시에 요청된 주소가 없는 경우에만 origin server에 연결했다. 요청된 주소가 있으면 캐시된 내용을 리턴한다. 요청된 주소가 없어서 origin server를 연결하는 경우에는 origin server의 response를 캐시에 저장한다.

3. 어려웠던 점

요청을 보낼 때는 마지막에 `'/r/n'`을 넣어야 한다는 점을 몰라서 계속 에러가 났었다. 그리고 캐시를 찾고 캐시에 저장을 하는 과정을 계속 한 코드 안에서 하다 보니 헷갈리는 에러가 많이 발생했었다. 캐시를 관리하는 함수들을 다 따로 구현하여 문제를 해결했다. 캐시 오브젝트의 구성 역시 어떻게 해야 할지 고민이 되었지만, 지난 과제에서 했던 것을 참고하여 구현했더니 어렵지 않게 구현할 수 있었다.

4. 새롭게 배운 점

이론적으로만 배웠던 멀티 스레드 구현을 실제로 해 봤다는 점에서 많은 것을 배운 것 같다. 서버 구현이 아니더라도 싱글코어로 높은 성능을 내기 위해 멀티쓰레딩을 한번쯤 사용할 일이 생긴다면 도움이 많이 될 것 같다.