

به نام خداوند جان و خرد

طراحی و پیاده‌سازی سیستم‌های عامل

اندرو اس. تننباوم

آلبرت اس. وودهال

مترجم:

دکتر ابوالفضل طرقي حقيقت

استاديار دانشگاه آزاد قزوین

انتشارات پارس رسانه

Tanenbaum, Andrew S.

: تانن باوم، اندرو اس. ۱۹۴۴ - م.

سرشناسه

: طراحی و پیاده سازی سیستم های عامل / اندرو اس تنن باوم، آلبرت اس وودهاال؛

عنوان و نام پدیدآور

مترجم: ابوالفضل طرقي حقيقت.

: تهران: پارس رسانه، ۱۳۹۳.

مشخصات نشر

: ۷۲۶ ص.؛ مصوره، جدول، نمودار.

مشخصات ظاهري

ISBN: 978-600-94049-0-2

: ۲۵۰۰۰۰ ریال : با لوح فشرده

شابک

وضعيت فهرست نویسی : فیبا

: عنوان اصلي: Operating systems: design and implementation, 3rd. ed, c2006.

یادداشت

: کتاب حاضر با عناوین مختلف توسط مترجمان و ناشران متفاوت در سالهای مختلف منتشر شده است.

یادداشت

: چاپ دهم.

یادداشت

: سیستم های عامل طراحی و پیاده سازی همراه با پیاده سازی سیستم عامل MINIX

عنوان دیگر

: مینیکس

موضوع

: سیستم های عامل (کامپیوتر)

موضوع

: وودهاال، آلبرت

شناسه افزوده

Woodhull, Ablbert S.

شناسه افزوده

: طرقي حقيقت، ابوالفضل، ۱۳۴۸، مترجم

شناسه افزوده

: ۱۳۹۳ / ۲ / ۹۴ / ۷۶ / ۷۶ QAY۶

رده بندی کنگره

: ۵۱۳۳۲

رده بندی دیویی

: ۲۷۵۱۳۳۷

شماره کتابشناسی ملی

عنوان : طراحی و پیاده سازی سیستم های عامل

مؤلفین : اندرو اس. تنن باوم؛ آلبرت اس. وودهاال

مترجم : دکتر ابوالفضل طرقي حقيقت

ناشر : انتشارات پارس رسانه

نوبت چاپ : اول ۱۳۹۳ (چاپ اول ناشر، چاپ دهم مترجم)

تیراژ : ۳۰۰۰ جلد

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۴۰۴۹-۰-۲ (ISBN: 978-600-94049-0-2)

قیمت : ۲۵۰ ۰۰۰ ریال

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به انتشارات پارس رسانه است. هر گونه چاپ، زیراکس، بازنویسی، اسکن و تهیه CD از این اثر بدون اجازه ناشر، حرام، ممنوع و موجب پیگرد قانونی خواهد بود.

انتشارات پارس رسانه: تهران، خیابان انقلاب، خیابان ۱۲ فروردین، نبش چهارراه روانمهر، پلاک ۲۵۶، طبقه اول

تماس: ۶۶۴۱۲۷۹۸ - ۰۲۱ و ۲۷۸۸۶۹۹ - ۰۹۱۲ پست الکترونیکی: at_haghighat@yahoo.com

URL: www.par.ir

پیشگفتار

پرسند خلائق که چرا عاشق و مستی
سی مرغ سبکبال به سیمرغ رسیدند
تنها تو به داد دل بیچاره رسیدی
مجنون دل دیوانه و لیلی رخ ماهیت
خلقی به زبان نام تو آرند و ندانند
هر کس که تو را ببند و در دام تو افتد
الهام شده بر دلم ای دلبر زیبا

تفسیر تو را خوانده‌ام از آیه هستی
ما دلخوش خاکیم به ویرانه پستی
آزاد نمودیش و ز صد بند گسستی
زان روز که جام می ما را تو شکستی
همسایه‌شان کیست چرا روی بپستی
هیئات خدای دگری را بیرستی
تو سساقی میخانه مستان السی

جاری نشود جز به حقیقت به زبانم
زان روز که من رفتم و تو برجاش نشستی

خدا را سپاس که بر من مکتب نهاد تا گامی کوچک در راه آموزش یکی از اساسی‌ترین مباحث مهندسی کامپیوتر بردارم و این اثر را به همه دانشجویان و پژوهشگران علاقه‌مند به سیستم‌های عامل تقدیم نمایم.

این کتاب علاوه بر مفاهیم تئوری، اصول طراحی و نیز واقعیت‌ها و نکات عملی مربوط به پیاده‌سازی سیستم‌عامل را در بر گرفته و به عنوان مدلهای جزئیات پیاده‌سازی یک سیستم‌عامل واقعی به نام MINIX 3 از خانواده UNIX، را تشریح می‌نماید. مانند آثار مشابه در اینجا نیز تئوری‌های مختلف مربوط به چهار مفهوم کلیدی سیستم‌عامل یعنی مدیریت فرایند، مدیریت حافظه، مدیریت I/O و سیستم فایل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته‌اند. اما در این اثر، توسعه گام به گام و پیمانه‌ای سیستم‌عامل MINIX 3 بر روی یک سخت‌افزار واقعی (IBM PC) این فرصت را فراهم آورده است که سیستم فایل و I/O نیز که حجم اندکی از مفاهیم تئوری را به خود اختصاص می‌دهند، مورد عنایت خاص واقع شوند. به این ترتیب با مطالعه آن، درک واقعی و بهتری از نحوه طراحی و پیاده سازی یک سیستم‌عامل، در ذهن دانشجو شکل خواهد گرفت. این کتاب علاوه بر پوشش کامل برنامه آموزشی مصوب درس سیستم‌عامل دوره‌های کاردانی و کارشناسی و نیز آزمون‌های کاردانی به کارشناسی و کارشناسی ارشد، دانشجویان را با مشکلاتی که در راه پیاده‌سازی عملی یک سیستم‌عامل پدید می‌آید، آشنا می‌سازد.

در ترجمه این کتاب تلاش زیادی در جهت امانت‌داری به عمل آمده است؛ با این وجود در ویرایش جدید، مطالبی به آن اضافه شده است تا برنامه آموزشی مصوب و نیز کلیه مفاهیم مورد نیاز برای شرکت در آزمون‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد را پوشش دهد، اما به منظور جلوگیری از مخدوش شدن اصل اثر، مطالب اضافه شده با عبارت «مترجم» از مطالب کتاب اصلی تفکیک شده است.

در پایان از کلیه کسانی که در تهیه این اثر، مرا یاری نمودند و با زحمت فراوان از هر گونه کمک و راهنمایی دریغ نمودند، صمیمانه تشکر می‌کنم. همچنین از اساتید محترم، دانشجویان گرامی و سایر خوانندگان تقاضا دارم که نظرات و پیشنهادات خود را به آدرس پست الکترونیکی مترجم (at_haghighat@yahoo.com) ارسال نمایند.

ابوالفضل طرقي حقيقت

مقدمه ۱۳

- ۱-۱ سیستم عامل چیست؟ ۱۷
- ۱-۱-۱ سیستم عامل به عنوان یک ماشین توسعه یافته ۱۷
- ۱-۱-۲ سیستم عامل به عنوان مدیر منابع ۱۸
- ۱-۲ تاریخچه سیستم های عامل ۲۰
- ۱-۲-۱ نسل اول (۱۹۵۰-۱۹۴۵): لامپ های خلأ و تخته مدارهای سوراخ دار ۲۱
- ۱-۲-۲ نسل دوم (۱۹۵۵-۱۹۶۰): ترانزیستورها و سیستم های دسته ای ۲۳
- ۱-۲-۳ نسل سوم (۱۹۶۰-۱۹۷۵): مدارهای مجتمع و چند برنامه ای ۲۵
- ۱-۲-۴ نسل چهارم (۱۹۸۰ تا کنون): کامپیوترهای شخصی ۳۰
- ۱-۲-۵ تاریخچه MINIX 3 ۳۳
- ۱-۳ مفاهیم سیستم عامل ۳۷
- ۱-۳-۱ فرایندها ۳۸
- ۱-۳-۲ فایل ها ۴۱
- ۱-۳-۳ پورته ۴۴
- ۱-۴ فراخوان های سیستمی ۴۶
- ۱-۴-۱ فراخوان های سیستمی برای مدیریت فرایند ۴۷
- ۱-۴-۲ فراخوان های سیستمی برای سیگنالینگ (علامت دهی) ۵۱
- ۱-۴-۳ فراخوان های سیستمی برای مدیریت فایل ۵۳
- ۱-۴-۴ فراخوان های سیستمی برای مدیریت فهرست ۵۸
- ۱-۴-۵ فراخوان های سیستمی برای حفاظت ۶۱
- ۱-۴-۶ فراخوان های سیستمی برای مدیریت زمان ۶۳
- ۱-۵ ساختار سیستم عامل ۶۳
- ۱-۵-۱ سیستم های یکپارچه ۶۳
- ۱-۵-۲ سیستم های لایه ای ۶۶
- ۱-۵-۳ ماشین مجازی ۶۸
- Exokernels ۱-۵-۴ ۷۱
- ۱-۵-۵ مدل مشتری-خدمت گزار ۷۲
- ۱-۶ رئوس بقیه مطالب از این کتاب ۷۴
- ۱-۷ خلاصه ۷۵
- مسائل ۷۵

فرایندها..... ۷۹

۷۹	۱-۲ مقدمه‌ای بر فرایندها.....
۸۰	۲-۱-۱ مدل فرایند.....
۸۲	۲-۱-۲ ایجاد فرایند.....
۸۴	۲-۱-۳ اتمام فرایند.....
۸۵	۲-۱-۴ سلسله مراتب فرایند.....
۸۶	۲-۱-۵ وضعیت‌های (حالات) فرایند.....
۸۹	۲-۱-۶ پیاده‌سازی فرایندها.....
۹۱	۲-۱-۷ Threads (نخه).....
۹۶	۲-۲ ارتباط بین فرایندها.....
۹۷	۲-۲-۱ شاید رقابتی.....
۹۸	۲-۲-۲ بخش‌های (بخش‌های) بحرانی.....
۱۰۰	۲-۲-۳ انحصار متقابل یا انتظار مشغول.....
۱۰۵	۲-۲-۴ خوابیدن و بیدار کردن.....
۱۰۸	۲-۲-۵ سمافورها.....
۱۱۳	۲-۲-۶ Mutexها.....
۱۱۴	۲-۲-۷ مانیتورها (ناظرها).....
۱۱۸	۲-۲-۸ تبادل پیغام.....
۱۲۲	۲-۳ مسائل کلاسیک IPC.....
۱۲۲	۲-۳-۱ مسئله غذا خوردن فیلسوف‌ها.....
۱۲۵	۲-۳-۲ مسئله خوانندگان و نویسندگان.....
۱۲۷	۲-۳-۳ مسئله آرایشگر خوابیده.....
۱۲۹	۲-۴ زمان‌بندی.....
۱۲۹	۲-۴-۱ مقدمه‌ای بر زمان‌بندی.....
۱۳۶	۲-۴-۲ زمان‌بندی در سیستم‌های دسته‌ای.....
۱۴۲	۲-۴-۳ زمان‌بندی در سیستم‌های تعاملی.....
۱۵۲	۲-۴-۴ زمان‌بندی بلادرنگ.....
۱۵۴	۲-۴-۵ سیاست در مقابل مکانیسم.....
۱۵۴	۲-۴-۶ زمان‌بندی نخ.....
۱۵۶	۲-۵ مروری بر فرایندها در MINIX 3.....
۱۵۶	۲-۵-۱ ساختار داخلی MINIX 3.....
۱۶۰	۲-۵-۲ مدیریت فرایند در MINIX 3.....
۱۶۵	۲-۵-۳ ارتباط بین فرایندها در MINIX 3.....
۱۶۷	۲-۵-۴ زمان‌بندی فرایند در MINIX 3.....

۱۷۰	۲-۶ پیاده‌سازی فرایندها در MINIX 3
۱۷۱	۲-۶-۱ سازمان کد (متن) برنامه MINIX 3
۱۷۴	۲-۶-۲ کامپایل و اجرای MINIX 3
۱۷۶	۲-۶-۳ فایل‌های header مشترک
۱۸۴	۲-۶-۴ فایل‌های header خاص MINIX 3
۱۹۳	۲-۶-۵ ساختار داده‌های فرایند و فایل‌های header
۲۰۵	۲-۶-۶ خوردراه‌اندازی MINIX 3
۲۰۹	۲-۶-۷ آماده‌سازی (مقداردهی اولیه) سیستم
۲۱۶	۲-۶-۸ اداره کردن وقفه‌ها در MINIX 3
۲۲۹	۲-۶-۹ ارتباط فرایندها در MINIX 3
۲۳۳	۲-۶-۱۰ زمان‌بندی در MINIX 3
۲۳۷	۲-۶-۱۱ خدمات وابسته به سخت‌افزار در هسته
۲۴۲	۲-۶-۱۲ برنامه‌های کلکی و کتابخانه هسته
۲۴۵	۲-۷ task سیستم در MINIX 3
۲۴۷	۲-۷-۱ مروری بر task سیستم
۲۵۱	۲-۷-۲ پیاده‌سازی task سیستم
۲۵۴	۲-۷-۳ پیاده‌سازی کتابخانه سیستم
۲۵۸	۲-۸ task ساعت در MINIX 3
۲۵۸	۲-۸-۱ سخت‌افزار ساعت
۲۶۰	۲-۸-۲ نرم‌افزار ساعت
۲۶۳	۲-۸-۳ مروری بر گراننده ساعت در MINIX 3
۲۶۸	۲-۸-۴ پیاده‌سازی گرداننده ساعت در MINIX 3
۲۷۰	۲-۹ خلاصه
۲۷۱	مسائل
۲۷۷	ورودی/خروجی
۲۷۸	۳-۱ اصول سخت‌افزاری I/O
۲۷۸	۳-۱-۱ دستگاه‌های I/O
۲۸۰	۳-۱-۲ کنترل کننده‌های دستگاه
۲۸۲	۳-۱-۳ I/O نگاشت شده در حافظه
۲۸۳	۳-۱-۴ وقفه‌ها
۲۸۴	۳-۱-۵ دسترسی مستقیم به حافظه
۲۸۶	۳-۲ اصول نرم‌افزاری I/O
۲۸۶	۳-۲-۱ اهداف نرم‌افزار I/O

۲۸۸	۳-۲-۲ اداره کننده‌های وقفه
۲۸۸	۳-۲-۳ گرداننده‌های دستگاه
۲۹۰	۳-۲-۴ نرم‌افزار I/O مستقل از دستگاه
۲۹۳	۳-۲-۵ نرم‌افزار I/O فضای کاربر
۲۹۵	۳-۳ بن‌بست‌ها
۲۹۶	۳-۳-۱ منابع
۲۹۷	۳-۳-۲ اصول بن‌بست
۳۰۱	۳-۳-۳ الگوریتم استریج (شتر مرغ)
۳۰۲	۳-۳-۴ کشف و ترمیم
۳۰۳	۳-۳-۵ پیش‌گیری از بن‌بست
۳۰۷	۳-۳-۶ اجتناب از بن‌بست
۳۱۳	۳-۴ مروری بر I/O در MINIX 3
۳۱۳	۳-۴-۱ اداره کننده‌های وقفه در MINIX 3
۳۱۷	۳-۴-۲ گرداننده‌های دستگاه در MINIX 3
۳۲۱	۳-۴-۳ نرم‌افزار I/O مستقل از دستگاه در MINIX 3
۳۲۱	۳-۴-۴ نرم‌افزار I/O سطح کاربر در MINIX 3
۳۲۲	۳-۴-۵ اداره بن‌بست در MINIX 3
۳۲۳	۳-۵ دستگاه‌های بلوکی در MINIX 3
۳۲۳	۳-۵-۱ مروری بر گرداننده‌های دستگاه بلوکی در MINIX 3
۳۲۷	۳-۵-۲ نرم‌افزارهای مشترک در گرداننده‌های دستگاه بلوکی
۳۳۰	۳-۵-۳ کتابخانه گرداننده‌ها
۳۳۳	۳-۶ دیسک‌های RAM
۳۳۴	۳-۶-۱ نرم‌افزار و سخت‌افزار دیسک RAM
۳۳۵	۳-۶-۲ مروری بر گرداننده دیسک RAM در MINIX 3
۳۳۷	۳-۶-۳ پیاده‌سازی گرداننده دیسک RAM در MINIX 3
۳۴۰	۳-۷ دیسک‌ها
۳۴۱	۳-۷-۱ سخت‌افزار دیسک
۳۴۳	۳-۷-۲ آرایه افزونه از دیسک‌های معجزا
۳۴۴	۳-۷-۳ نرم‌افزار دیسک
۳۵۱	۳-۷-۴ مروری بر گرداننده دیسک سخت در MINIX 3
۳۵۵	۳-۷-۵ پیاده‌سازی گرداننده دیسک سخت در MINIX 3
۳۶۵	۳-۷-۶ اداره کردن دیسک نرم
۳۶۸	۳-۸ ترمینال‌ها
۳۶۸	۳-۸-۱ سخت‌افزار ترمینال
۳۷۳	۳-۸-۲ نرم‌افزار ترمینال

۳۸۳	۳-۸۳ مروری بر گرداننده ترمینال در MINIX 3
۳۹۸	۳-۸۴ پیاده‌سازی گرداننده مستقل از دستگاه ترمینال
۴۱۸	۳-۸۵ پیاده‌سازی گرداننده صفحه کلید
۴۲۶	۳-۸۶ پیاده‌سازی گرداننده نمایشگر
۴۳۵	۳-۹ خلاصه
۴۳۶	مسائل

۴۴۳ مدیریت حافظه

۴۴۴	۴-۱ مدیریت حافظه ابتدایی
۴۴۵	۴-۱-۱ تک برنامه‌ی بدون مبادله یا صفحه‌بندی
۴۴۶	۴-۱-۲ چند برنامه‌ی و پارتیشن‌های ثابت
۴۴۷	۴-۱-۳ جایجایی و حفاظت
۴۴۹	۴-۲ مبادله
۴۵۲	۴-۲-۱ مدیریت حافظه با نگاشت‌های پینی
۴۵۳	۴-۲-۲ مدیریت حافظه با لیست‌های پیوندی
۴۵۷	۴-۳ حافظه مجازی
۴۵۸	۴-۳-۱ صفحه بندی
۴۶۲	۴-۳-۲ جداول صفحه
۴۶۷	۴-۳-۳ بافرهای کناری ترجمه
۴۷۱	۴-۳-۴ جداول صفحه وارونه
۴۷۳	۴-۴ الگوریتم‌های جایگزینی صفحه
۴۷۴	۴-۴-۱ الگوریتم جایگزینی صفحه «بهینه»
۴۷۵	۴-۴-۲ الگوریتم جایگزینی صفحه «عدم استفاده در گذشته اخیر» (NRU)
۴۷۶	۴-۴-۳ الگوریتم جایگزینی صفحه «خروج به ترتیب ورود» (FIFO)
۴۷۶	۴-۴-۴ الگوریتم جایگزینی صفحه «دومین شانس»
۴۷۸	۴-۴-۵ الگوریتم جایگزینی صفحه «ساعت»
۴۷۸	۴-۴-۶ الگوریتم جایگزینی صفحه «جداقل استفاده در گذشته اخیر» (LRU)
۴۸۰	۴-۴-۷ شبیه‌سازی LRU در نرم‌افزار
۴۸۲	۴-۴-۸ الگوریتم «بافر کردن صفحه»
۴۸۳	۴-۵ نکات طراحی سیستم‌های صفحه‌بندی
۴۸۳	۴-۵-۱ مدل مجموعه کاری
۴۸۶	۴-۵-۲ سیاست‌های تخصیص محلی در برابر سراسری
۴۸۹	۴-۵-۳ اندازه صفحه
۴۹۰	۴-۵-۴ واسط حافظه مجازی

۴۹۱	۶-۶ قطعه‌بندی
۴۹۵	۶-۶-۱ پیاده‌سازی قطعه‌بندی محض
۴۹۶	۶-۶-۲ قطعه‌بندی به همراه صفحه‌بندی: ایتل پتیوم
۵۰۲	۷-۴ مرور بر مدیریت فرایند در MINIX 3
۵۰۴	۷-۴-۱ طرح‌بندی حافظه
۵۰۸	۷-۴-۲ اداره کردن پیغام
۵۰۹	۷-۴-۳ الگوریتم‌ها و ساختارهای داده‌ای مدیر فرایند
۵۱۶	۷-۴-۴ فراخوانی‌های سیستمی WAIT و EXIT, FORK
۵۱۷	۷-۵-۵ EXEC فراخوانی سیستمی
۵۲۱	۷-۶-۶ BRK فراخوانی سیستمی
۵۲۲	۷-۷-۷ اداره میگنال
۵۲۲	۷-۸-۴ سایر فراخوانی‌های سیستمی
۵۳۲	۸-۴ نحوه پیاده‌سازی مدیر فرایند در MINIX 3
۵۳۲	۸-۴-۱ فایل‌های header و ساختمان داده‌ها
۵۳۶	۸-۴-۲ برنامه اصلی
۵۴۱	۸-۴-۳ پیاده‌سازی WAIT و EXIT, FORK
۵۴۳	۸-۴-۴ EXEC پیاده‌سازی
۵۴۸	۸-۴-۵ BRK پیاده‌سازی
۵۴۸	۸-۴-۶ پیاده‌سازی نحوه اداره کردن میگنال
۵۵۸	۸-۴-۷ پیاده‌سازی دیگر فراخوانی‌های سیستمی
۵۶۱	۸-۴-۸ برنامه‌های سودمند مدیریت حافظه
۵۶۳	۹-۴ خلاصه
۵۶۴	مسائل

سیستم‌های فایل ۵۶۹

۵۷۰	۱-۵ فایل‌ها
۵۷۰	۱-۱-۵ نام‌گذاری فایل‌ها
۵۷۳	۱-۲-۵ ساختار فایل
۵۷۴	۱-۳-۵ انواع فایل
۵۷۷	۱-۴-۵ دست‌یابی به فایل
۵۷۷	۱-۵-۵ مشخصات فایل
۵۷۹	۱-۶-۵ عملیات فایل
۵۸۰	۲-۵ دایرکتوری‌ها
۵۸۰	۲-۱-۵ دایرکتوری‌های ساده

۵۸۲	۵-۲-۲ سیستم‌های دایرکتوری سلسله مراتبی
۵۸۳	۵-۲-۳ نام‌های مسیر
۵۸۴	۵-۲-۴ عملیات دایرکتوری
۵۸۶	۵-۳ پیاده‌سازی سیستم فایل
۵۸۶	۵-۳-۱ طرح کلی سیستم فایل
۵۸۹	۵-۳-۲ پیاده‌سازی فایل‌ها
۵۹۲	۵-۳-۳ پیاده‌سازی دایرکتوری‌ها
۶۰۰	۵-۳-۴ مدیریت فضای دیسک
۶۰۳	۵-۳-۵ قابلیت اطمینان سیستم فایل
۶۱۲	۵-۳-۶ عملکرد سیستم فایل
۶۱۷	۵-۳-۷ سیستم‌های لاگ با Log
۶۱۹	۵-۴ امنیت
۶۲۰	۵-۴-۱ محیط امنیتی
۶۲۵	۵-۴-۲ حملات امنیتی متداول
۶۲۶	۵-۴-۳ اصول طراحی امنیت
۶۲۷	۵-۴-۴ شناسایی کاربر
۶۳۲	۵-۵ مکانیسم‌های حفاظت
۶۳۲	۵-۵-۱ قلمروهای حفاظت
۶۳۴	۵-۵-۲ لیست‌های کنترل دست‌یابی
۶۳۸	۵-۵-۳ توانایی‌ها
۶۴۱	۵-۵-۴ کانال‌های سرپوشیده
۶۴۴	۵-۶ مروری بر سیستم فایل MINIX 3
۶۴۵	۵-۶-۱ پیغام‌ها
۶۴۶	۵-۶-۲ طرح کلی سیستم فایل
۶۴۹	۵-۶-۳ نگاشت‌های بیتی
۶۵۲	۵-۶-۴ i-node ها
۶۵۳	۵-۶-۵ حافظه پنهان بلوکی
۶۵۷	۵-۶-۶ دایرکتوری‌ها و مسیرها
۶۵۹	۵-۶-۷ توصیف‌گرهای فایل
۶۶۱	۵-۶-۸ قفل کردن فایل
۶۶۱	۵-۶-۹ لوله‌ها و فایل‌های مخصوص
۶۶۳	۵-۶-۱۰ یک مثال: فراخوان سیستمی READ
۶۶۴	۵-۷ پیاده‌سازی سیستم فایل MINIX 3
۶۶۵	۵-۷-۱ فایل‌های header و ساختار داده‌های سراسری
۶۶۹	۵-۷-۲ مدیریت جدول

۶۷۹	۵-۷-۳ برنامه اصلی
۶۸۳	۵-۷-۴ عملیات در فایل‌های شخصی
۶۹۳	۵-۷-۵ دایرکتوری‌ها و مسیرها
۶۹۷	۵-۷-۶ سایر فراخوان‌های سیستمی
۶۹۹	۵-۷-۷ واسط دستگاه I/O
۷۰۶	۵-۷-۸ حمایت فراخوان سیستمی اضافی
۷۰۸	۵-۷-۹ رویه‌های مفید سیستم فایل
۷۰۹	۵-۷-۱۰ سایر اجزاء MINIX 3
۷۱۰	۵-۸ خلاصه
۷۱۰	مسائل
۷۱۵	ضمیمه الف: لغت‌نامه فارسی انگلیسی