অপারেটিং সিস্টেমের ভূমিকা

(Introduction to Operating Systems)

প্রফেসর চেস্টার রেবিয়ার

(Prof. Chester Rebeiro)

কম্পিউটার সায়েন্স এন্ড ইঞ্জিনিয়ারিং

(Department of Computer Science and Engineering)

ইন্ডিয়ান ইনস্টিটিউট অফ টেকনোলজি (Indian Institute of Technology),মাদ্রাজ

সপ্তাহ – 01 বক্তৃতা- 07

ভার্চুয়াল মেমরি (এমএমইউএবং ম্যাপিং)

নমস্কার। ভার্চুয়াল মেমরি এবং RAM এর মধ্যে ভার্চুয়াল মেমরি ম্যাপিং কিভাবে সঞ্চালিত হবে তা এই ভিডিওটিতে আমরা আলোচনা করব।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 00:32)

অতএব, আসুন আমরা এখন এই খুব বিখ্যাত স্লাইড দিয়ে শুরু করি; যে যখন আপনি একটি প্রোগ্রাম লেখেন এবং এটি কম্পাইল করেন, আপনি একটি ডট আউট এক্সিকিউটেবল পান। এবং, যখন আপনি এই বিশেষ এক্সিকিউটেবলটি চালান, একটি ডট আউট এক্সিকিউটেবল, অপারেটিং সিস্টেম আপনার জন্য একটি প্রসেস তৈরি করবে। এখন, ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেস হিসাবে প্রসেসটিকে প্রতিনিধিত্ব করা হয়। এখন, ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেস হল একটি সংলগ্ন অ্যাড্রেস স্পেস যা 0 থেকে শুরু করে এবং একটি ঠিকানা পর্যন্ত প্রসারিত করা হয়, যা MAX SIZE এর মতোই পরিচিত। এই MAX SIZE xv6 নামকরণ থেকে আসে। এখন, প্রসেসটির জন্য এই সংলগ্ন ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেসের মধ্যে টেকস্ট, ডেটা, হীপ এবং স্ট্যাকের মত বিভিন্ন বিভাগ রয়েছে। সুতরাং, এই সমস্ত বিভাগ অপারেটিং সিস্টেম দ্বারা তৈরি করা হয়। মূলত, অপারেটিং সিস্টেমটিকেই জানতে হবে কোথায় হীপ শুরু হবে, কোথা থেকে স্ট্যাক শুরু হবে এবং আরও অনেক কিছু। সুতরাং, কিভাবে অপারেটিং সিস্টেম এই সব তথ্য জানে? সুতরাং, এই তথ্য এ ডট আউট এর মাধ্যমে অপারেটিং সিস্টেমে দেওয়া হয়। মূলত কি হয় যে যখন প্রোগ্রাম কম্পাইল এবং লিঙ্ক করা হয়, কম্পাইলার এই অনেক তথ্য একটি ডট আউট এক্সিকিউটেবলে রাখে। সুতরাং যখন এক্সিকিউট হয়, তখন অপারেটিং সিস্টেম এই তথ্যটি পড়বে এবং তারপর নির্ধারণ করে যে

ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেসটির কোথায় এই বিভিন্ন অংশগুলি উপস্থিত হওয়া উচিত। সুতরাং, এখন যখন এই প্রসেস 'printf' এর সাথে সংশ্লিষ্ট সমস্ত নির্দেশাবলী এক্সিকিউট করে হয় উদাহরণস্বরূপ, এক্সিকিউট হয় এবং 'str' এর সাথে সংশ্লিষ্ট সমস্ত ঠিকানা অ্যাক্সেস করা হয়। সুতরাং, এটি উল্লিখিত হতে পারে যে এই সমস্ত ঠিকানা, এই সব নির্দেশাবলী, এই বিশেষ ভার্চুয়াল ঠিকানার মধ্যে ম্যাপ করা হবে। উদাহরণস্বরূপ, যদি আমি "হ্যালো ওয়ার্ল্ড" এর ঠিকানা মুদ্রণ করতাম, মূলত এই 'str' এর ঠিকানাটি তখন ফলস্বরূপ এই বিশেষ ম্যাপের সাথে ভার্চুয়াল ঠিকানা হবে। সুতরাং, পরবর্তী আমরা দেখতে হবে কিভাবে এই ভার্চুয়াল ঠিকানা ম্যাপ করা হয়; সিস্টেমের প্রধান মেমরি মধ্যে ম্যাপ হয়। সুতরাং, আসুন আমরা বলি যে প্রসেসর এই নির্দিষ্ট স্ট্রিংটি অ্যাক্সেস করতে চায়, অন্তত এই স্ট্রিং এর বেস ঠিকানা এবং আমরা জানি যে এতে 'এইচ' অক্ষর থাকতে হবে।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 03:41)

সুতরাং, কি হবে তা হল প্রসেসরটি তার বাসে একটি ভার্চুয়াল ঠিকানা রাখবে। সুতরাং, আসুন আমরা এই ভার্চুয়াল অ্যাড্রেসটি 'v' ধরি এবং এই ভার্চুয়াল ঠিকানাটি 0 থেকে MAXSIZE পর্যন্ত পরিসর হতে পারে। সুতরাং, MAXSIZE হল সর্বাধিক আকারের অ্যাড্রেস যা একটি ইউজার স্পেস প্রসেস তার ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেসে থাকতে পারে। আবার আরেকটি উপায় হল, ভার্চুয়াল ঠিকানা 'ভি' প্রসেসটির ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেসের কোন স্থানে কিছু ঠিকানা হবে।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 04:19)

এবার, এমএমইউ বা মেমরি ম্যানেজমেন্ট ইউনিট নামে পরিচিত CPU- এর আরেকটি ইউনিট। তাই এই পুরো বিষয়টি একই প্যাকেজে বা যৌথভাবে সিপিইউ বা প্রসেসর নামে পরিচিত হবে তারপর ভার্চুয়াল অ্যাড্রেসটি গ্রহণ করবে এবং এটি একটি ফিজিক্যাল অ্যাড্রেস 'p' তে রূপান্তর করে, যা র‍্যাম অ্যাক্সেস করতে ব্যবহার করা হবে। সুতরাং, আমরা পরেরটি দেখতে পাব কিভাবে এই ভার্চুয়াল ঠিকানা সংশ্লিষ্ট ফিজিক্যাল অ্যাড্রেসে রূপান্তরিত হয়। সুতরাং, এটি ভার্চুয়াল ঠিকানাটি ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস ম্যাপে উল্লিখিত হতে পারে, তবে ফিজিক্যাল অ্যাড্রেসটি মূল মেমরি বা RAM- র মধ্যের একটি ফিজিক্যাল অ্যাড্রেসের সঙ্গে স্ংগত।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 05:09)

সুতরাং যখন একটি প্রসেস এক্সিকিউসন শুরু করে, তখন অপারেটিং সিস্টেম RAM এ সেই প্রসেসের জন্য একটি পেজ টেবিল তৈরি করবে। সুতরাং, এটিই হল পেজ টেবিল। এবং আমরা পূর্ববর্তী ভিডিওতে যেমন দেখেছি, পেজ টেবিলে ভার্চুয়াল ব্লক বা প্রসেসের ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেস থেকে ফিজিকাল পেজ ফ্রেমগুলির ম্যাপিংটি রয়েছে। এবং, আমাদের অন্যান্য বিট আছে যেমন বর্তমান বিট, ডার্টি বিট এবং সুরক্ষিত বিট যা এখানে দেখানো হয়নি। এখন মেমরি ম্যানেজমেন্ট ইউনিটে, একটি রেজিস্টার যা পেজ টেবিল পয়েন্টার রেজিস্টার বা PTPR নামে

পরিচিত। সুতরাং, ইন্টেল সিস্টেমে এই PTPR বা পেজ টেবিলের পয়েন্টার রেজিস্টারটি CR3 রেজিস্টার নামেও পরিচিত। এবং, আমরা পরের একটি ভিডিওতে এই বিষয়ে আরও বিস্তারিত দেখব। সুতরাং, MMU- এ উপস্থিত এই PTPR রেজিস্টার প্রসেস পেজ টেবিলে একটি পয়েন্টার থাকবে। তাই আসুন দেখি কিভাবে এসব জিনিস ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেস থেকে মেমরি কে ফিজিক্যাল স্পেসে সরবরাহ করতে ব্যবহৃত হয়।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 06:18)

সুতরাং, কি হয় ভার্চুয়াল ঠিকানা যা প্রসেসর কোর দ্বারা পাঠানো হয় দুটি অংশ দ্বারা গঠিত। এটার একটি টেবিল ইন্ডেক্স আছে, যা সাধারণত কয়েকটি বিট, তারা হল একটি অফসেট এবং আরো উল্লেখযোগ্য বিট। সুতরাং, যখন MMU এই ভার্চুয়াল ঠিকানা প্রাপ্ত হয়, এটি প্রসেস পেজ টেবিলে সন্ধান করে, অনুরূপ কোনও টেবিল ইন্ডেক্সের অফসেটের উপস্থিতি। সুতরাং, PTPR এই নির্দিষ্ট প্রসেসের পেজ টেবিলের মূল ঠিকানা হবে এবং ভার্চুয়াল অ্যাড্রেসটির উপরের বিটগুলির প্রসেস পেজ টেবিলের অফসেটের সাথে মিলবে। তাই এখানে থেকে, সংশ্লিষ্ট পেজ ফ্রেম নেওয়া হয় এবং এটি ফিজিক্যাল অড্রেসের অংশ গঠন করে। এখন, ফিজিক্যাল অড্রেসের দ্বিতীয় অংশ সরাসরি অফসেট থেকে নেওয়া হয়। সুতরাং, এইভাবে আমরা যেটা তৈরি করি তা ফিজিক্যাল অড্রেসে হিসাবে পরিচিত হয়। এবং, এটি এই ফিজিক্যাল অড্রেস যা মূল মেমরিতে RAM অ্যাক্সেস বা ব্যবহার করতে ব্যবহৃত হয়।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 07:40)

তাই আসুন দেখি কিভাবে এই MMU ম্যাপিং একটি 32 বিট সিস্টেমের জন্য কাজ করে। তাই 32-বিট প্রসেসরের মধ্যে, ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেসটি 2 টু দি পাওয়ার 32 হতে পারে, অর্থাৎ, 4 গিগাবাইট বাইট। এখানে প্রদর্শিত ভার্চুয়াল অড্রেসটি 32 বিট এর।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 08:03)

এবং, এটি সাধারণত দুটি অংশে বিভক্ত; টেবিল ইন্ডেক্স এবং অফসেট, যা 20 বিট এবং 12 বিটের হয় যথাক্রমে। সুতরাং, আমরা যেভাবে এই বিশেষ জিনিস পাই তা হল যে আমরা আগের ভিডিওতে বর্ণিত প্রতিটি পেজ ফ্রেমের আকার 4 কিলোবাইট হয়। এইভাবে, পেজ ফ্রেমের মধ্যে যে কোনও অফসেটকে অ্যাক্সেস করতে 12 বিট প্রয়োজন হবে। 12 বিট কারণ 2 তো দি পাওয়ার 12 হয় 4096, যা 4 কিলোবাইট এবং তাই, আমরা একটি অফসেট যা 12 বিটের, যা মূলত একটি পেজের মধ্যে অফসেট দেবে। অবশিষ্ট বিটগুলি, 32 বিয়োগ 12, যা 20 বিট, টেবিল ইন্ডেক্সের জন্য ব্যবহার করা হবে। সুতরাং, প্রসেস পেজ টেবিল, যা এই 20 বিট দ্বারা ইন্ডেক্স করা হবে আর এতে 2 টু দি পাওয়ার 20 সংখক তথ্য বা এন্ট্রি থাকে। এখন, ধরি প্রতিটি এন্ট্রি 4 বাইটের, তাহলে এই পেজ টেবিলের সম্পূর্ণ এন্ট্রি সাইজ 4 মেগাবাইট হবে। এবং, মূলত যেটা প্রয়োজন তা হলো এই পেজ টেবিলটিকে সংলগ্ন হতে হবে,

অর্থাৎ এই 4 মেগাবাইট প্রসেস পেজ টেবিল একটি সংলগ্ন মেমরি অবস্থানে থাকা প্রয়োজন। সুতরাং, কেন এটিকে সংলগ্ন হতে হবে তা মূলতঃ একটি নির্দিষ্ট ব্লকের অবস্থান এবং সংশ্লিষ্ট পেজ ফ্রেমের হদিস পেতে টেবিল ইন্ডেক্সের সাথে প্রসেস পেজ টেবিল পয়েন্টারকে যুক্ত করা হয়। এবং তাই, এটা সংলগ্ন মেমরি হতে হবে। এইভাবে, আমরা দেখতে পাই যে সিস্টেমটিতে চলা প্রতিটি প্রসেস একটি 4-মেগাবাইট প্রসেস পেজ টেবিলের অতিরিক্ত ওভারহেড থাকবে, যেখানে 4 MB খুব একটা বড় জায়গা নয় কারন আজকাল RAM এর মাপ 32 এবং 64 গিগা বাইট। যাইহোক, এই সংলগ্ন মেমোরি যা এর প্রয়োজন,তাতে একটি সমস্যা হতে পারে।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 10:36)

সুতরাং, কিছু সিস্টেম কি করে, বিশেষ করে ইন্টেল সিস্টেমে 2 স্তর বিশিষ্ট পেজ অনুবাদ বা ট্রান্সলেসন থাকে। মূলত, ভার্চুয়াল অড্রেসটির জন্য শুধু একটি টেবিল এবং অফসেট থাকার পরিবর্তে, এখন আমাদের ভার্চুয়াল অড্রেসে 3 টি উপাদান রয়েছে। আমাদের 10 বিটের একটি ডিরেক্টরি এন্ট্রি আছে, একটি টেবিলের এন্ট্রি যা 10 বিট এবং অফসেট যা স্বাভাবিক হিসাবে 12 বিট। এখন, ভার্চুয়াল অ্যাড্রেসটির সাথে সংশ্লিষ্ট যা ঘটবে তা হল যে ডিরেক্টরী এন্ট্রি একটি পেজ ডাইরেক্টরি নামে পরিচিত কিছুতে ইন্ডেক্স রূপে ব্যবহৃত হয়। এখন, এই পেজ ডিরেক্টরিতে MMU এর মধ্যে একটি পেজ ডিরেক্টরি পয়েন্টার রেজিস্টার দ্বারা নির্দেশিত হয়। এখন, পেজ ডিরেক্টরির মধ্যে এই এন্ট্রির বিষয়বস্তু একটি নির্দিষ্ট পেজ টেবিলকে নির্দেশ করবে। সুতরাং, এই পেজ টেবিলটি 4 কিলোবাইট এর। এবং, এটাও 4 কিলোবাইট; অর্থাৎ ডিরেক্টরিটিও 4 কিলোবাইট এর।এবার, টেবিল এন্ট্রিটি এই বিশেষ 4 কিলোবাইট টেবিলে ইন্ডেক্স করার জন্য ব্যবহৃত হয় এবং সেখানে থেকে, আমরা ফিজিক্যাল অ্যাড্রেসের প্রথম অংশটি পাই। এবং স্বাভাবিক হিসাবে, ফিজিক্যাল অ্যাড্রেসের দ্বিতীয় অংশ অফসেট থেকে নেওয়া হয়। সুতরাং, কিভাবে প্রকল্পটি আমাদের সাহায্য করে? এখন, আমরা দেখতে পাচ্ছি যে পেজ টেবিলের সংখ্যা হতে পারে 2 টু দি পাওয়ার 10 বা 1024। এবং, আমরা কীভাবে 1024 পেতে পারি তা হল এখানে আমাদের 10-বিট ডাইরেক্টরি এন্ট্রি আছে এবং এখানে 2 টু দি পাওয়ার 10 হল 1024। সুতরাং, ডিরেক্টরি পেজ টেবিলটি চার কিলোবাইটের হয় আর এর মধ্যে রয়েছে 1024 টি এন্ট্রি অর্থাৎ 2 টু দি পাওয়ার 10 এন্ট্রি। যেহেতু প্রতিটি এন্ট্রি একটি আলাদা টেবিলের দিকে ইঙ্গিত করে, তাই আমাদের বেশিরভাগ 2 টু দি পাওয়ার 10 টি ভিন্ন ভিন্ন পেজ টেবিল থাকতে পারে। ডিরেক্টরির প্রতিটি এন্ট্রি একটি পৃথক পেজ টেবিলের নির্দেশ করবে। এখন, কিভাবে প্রকল্পটি আমাদের সাহায্য করছে? সুতরাং যদিও আমরা এখনও পর্যন্ত মোট 4 মেগাবাইট পেজ টেবিলের প্রয়োজন হয়, কিন্তু আমরা সুবিধা হল যে তারা সংলগ্ন নয়। তাই, আমাদের শুধুমাত্র 4 কিলো বাইটের একটি অংশ থাকতে হবে, যা সংলগ্ন হওয়া প্রয়োজন এবং এইটি সহজেই পাওয়া যায় কারণ প্রতিটি ফ্রেম 4 কিলোবাইটের RAM। সুতরাং, 2 স্তরীয় পেজ ট্রান্সলেসন আমাদের অ-সংলগ্ন পেজ টেবিলের উপস্থিতির অনুমতি দেবে।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 13:48)

এবার, আমরা ভার্চুয়াল মেমরি ম্যাপিংয়ের সময় ঘটে যাওয়া ধাপগুলি ক্রমানুসারে দেখব। সুতরাং, আসুন শুরু করি বিশেষ প্রোগ্রামের মাধ্যমে এবং এই প্রোগ্রামের প্রতিটি বিভাগের সাথে সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন রংগুলি এটির ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস। এছাড়াও, আমাদের বিভিন্ন ব্লক রয়েছে এবং যেমন আমরা উল্লিখিত করেছি, এই প্রতিটি ব্লক 4 কিলো বাইটের। তারপর, আমরা দেখেছি যে RAM এ উপস্থিত একটি প্রসেস পেজ টেবিল রয়েছে, এবং সেখানে RAM রয়েছে যা আবার সমান আকারের ব্লকের মধ্যে বিভক্ত হয় যে পেজ ফ্রেম হিসাবে পরিচিত । এখন, ভার্চুয়াল মেমরি কাজের সঙ্গে জড়িত তিনটি উপাদান আছে। এটি অপারেটিং সিস্টেম, যা হল সফটওয়্যার কম্পোনেন্ট এবং প্রসেসর ও MMU মেমরি ম্যানেজমেন্ট ইউনিট হল হার্ডওয়্যার উপাদান। তাই আসুন আমরা বলি যে আমরা এই প্রোগ্রামটি চালানো শুরু করেছি। এবং, প্রোগ্রামটির এই বিশেষ লাইন হচ্ছে প্রথম ইন্সট্রাকসন যেটা এক্সিকিউট হয়। এখন, আমরা বলতে পারি যে আমরা প্রোগ্রামটি এক্সিকিউট করা শুরু করেছি এবং প্রোগ্রামের এই বিশেষ লাইন হচ্ছে প্রথম ইন্সট্রাকসন যেটা এক্সিকিউট হয়। সুতরাং, ব্যবহারকারী যখন এই নির্দিষ্ট প্রোগ্রামটি চালায়, তখন এটি অপারেটিং সিস্টেমকে চালু করে র‍্যামে এই নির্দিষ্ট প্রসেসের পেজ টেবিল তৈরি করতে। সুতরাং, আদর্শগতভাবে এই নির্দিষ্ট পেজ টেবিলটিতে বর্তমান বিটগুলি 0 হবে এবং পেজ টেবিলের অন্যান্য অংশগুলো সেই মূহুর্তে খালি হতেও পারে আবার নাও হতে পারে। তৃতীয়ত, র‍্যাম সদ্য তৈরি প্রসেসের সাথে সংশ্লিষ্ট কোনও প্রসেস ব্লক থাকতে বা নাও থাকতে পারে । পরবর্তী, কি হয় যে অপারেটিং সিস্টেম প্রোগ্রাম প্রধান ফাংশনকে নিয়ন্ত্রণ হস্তান্তর করে।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 15:50)

তাই সি কোডের এই প্রধান ফাংশন সম্ভবত ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস স্পেসের একটি নির্দিষ্ট ইন্সট্রাকসনকে নির্দেশ করবে। সুতরাং, এর ফলে প্রসেসররে প্রধান ফাংশনের অনুরূপ একটি নির্দিষ্ট ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস পাঠানো হবে। সুতরাং, এই ভার্চুয়াল ঠিকানা বাসে পাঠানো হবে এবং এই ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস তারপর মেমরি ম্যানেজমেন্ট ইউনিট দ্বারা বিচ্ছিন্ন হয়।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 16:২7)

এবং তারপর, MMU তারপর প্রসেসের পৃষ্ঠার টেবিলের দিকে নজর রাখবে এবং নির্ধারণ করবে যে সংশ্লিষ্ট পেজটি বা সংশ্লিষ্ট ব্লকটি RAM- র মধ্যে উপস্থিত নেই। সুতরাং, এই বিটটির মধ্যে 0 বিটের উপস্থিতি দ্বারা এটা নির্ধারিত হয়। সুতরাং, এটা নির্ধারিত হয় বর্তমান বিটের একটি 0 দ্বারা । তাই এই ফলে, MMU কি করে যে এটি একটি পেজ ফল্ট ঘটায়। সুতরাং একটি পেজ ফল্ট ঘটে যখন, এটি অপারেটিং সিস্টেমকে ট্রিগার করে এক্সিকিউট করার জন্য।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 17:12)

সুতরাং, অপারেটিং সিস্টেমটি এক্সিকিউট হয় এবং পেজ ফল্টটির কারণ নির্ধারণ করে। সুতরাং, মূলত একটি ক্রমান্বয় ধাপ আছে যা অপারেটিং সিস্টেম যখন এটি ঘটেছে তখন করে; যখন পেজ ফল্ট ঘটে। তাই এই হয় যে; এটি প্রথমে উল্লেখ করে যে যদি পেজটি উল্লেখ করা বৈধ হয় এবং শুধুমাত্র যদি এটি বৈধ হয় তবে এটি চলতে থাকবে। তারপর, এটি এই বিশেষ ব্লকের অনুরূপ ডিস্কের পেজের অবস্থান চিহ্নিত করবে। তারপর, এটি একটি পেজ ফ্রেম সনাক্ত করবে যা ব্যবহার করতে হবে। তারপর, মূলত যদি এটি একটি সোয়াপ আউট প্রসেসের প্রয়োজন হয়। এবং যদি ডার্টি বিট সেট করা হয় তাহলে যে পেজটি RAM এ উপস্থিত ছিল সেটি ফিরে যাবে সোয়াপ স্থানটিতে। এটির সাথে ব্লকটি অনুসরণ করা হলে এটি একটি ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস অ্যাক্সেস করে লোড করা হয় ডিস্ক থেকে RAM এ। সুতরাং, এটি মূলত এই হার্ড ডিস্ক থেকে RAM এ স্থানান্তর সম্পন্ন করা হয় আমাদের পরিচিত DMA ট্রান্সফার দ্বারা। এবং, অপারেটিং সিস্টেমটিতে শুধুমাত্র এই নির্দিষ্ট DMA ট্রান্সফারটিকে আরম্ভ করতে হবে এবং এটি পেজ টেবিলকে আপডেট করবে। সুতরাং, মূলত এটি বলা যাচ্ছে যে, প্রথমত, বর্তমান বিটটি 1 এ সেট করা আছে এবং ব্লক নম্বর 2 এর সাথে সংশ্লিষ্ট পেজ ফ্রেমটি 11 এ সেট করা হবে।

(স্লাইডটাইপ পড়ুন: 19:02)

তারপর, পেজটি র‍্যামে লোড হয়ে যায়, ট্রান্সফারটি সিপিইউ বা প্রসেসরে ফিরে আসে। এবং, প্রসেসর নির্দেশটি পুনরায় চালনা করে। সুতরাং, এই ইন্সট্রাকসন মানে একটি ভার্চুয়াল অ্যাড্রেস প্রসেসর বাসে পাঠানো হচ্ছে এবং এর কারণে MMU ভার্চুয়াল অ্যাড্রেসকে প্রাসঙ্গিক ফিজিক্যাল অ্যাড্রেসে রূপান্তর করে।

(স্লাইডটাইম পড়ুন: 19:30)

তাই এখন MMU কি দেখছে যে এটি প্রসেস পেজ টেবিলের বর্তমান বিট 1 সেট করা হয়েছে। তাই, এর অর্থ হবে যে ব্লকটি RAM এর একটি পেজ ফ্রেমের মধ্যে লোড হয়। এবং তখন এটি ভার্চুয়াল অ্যাড্রেসকে ফিজিক্যাল অ্যাড্রেসে রূপান্তর করতে সক্ষম হবে এবং ইন্সট্রাকসনটি র‍্যাম থেকে প্রসেসরের মধ্যে লোড হবে। এবং, এই পদ্ধতিতে প্রসেসর একটি ইন্সট্রাকসন এক্সিকিউট করে। সুতরাং এটাই ক্রমান্বয় ধাপগুলি যা ভার্চুয়াল অ্যাড্রেসিং স্কিমের সাথে ঘটে। মূলত, এটি শুধুমাত্র অপারেটিং সিস্টেমের সাথে জড়িত নয়, কিন্তু ভার্চুয়াল মেমরি অর্জন করার জন্য অপারেটিং সিস্টেম, প্রসেসর এবং মেমরি ম্যানেজমেন্ট ইউনিটের মধ্যে একটি আন্তঃক্রিয়ার কাজ রয়েছে। অন্য কথায়, ভার্চুয়াল মেমরি তৈরি করার জন্য কাজ শুরু করা। ধন্যবাদ.