

- limited direct execution ist dass man das Program auf Hardware direkt läuft, aber das OS an bestimmten Zeitpunkten involvieren, um zu versichern dass das richtige passiert.
- Wenn OS an diesen Zeitpunkten interveniert, wird das interposing genannt
- address translation bedeutet dass die Hardware transformiert jeden memory access, indem er die virtuelle Adresse in eine Physikalische umwandelt.
- OS manages memory, also verfolgt immer, welche Orte frei sind und welche belegt sind. Versichert dass die hardware stets richtig eingestellt ist und dass die richtigen Translationen stattfinden.
- illusion ist dass das Program eigene memory hat
- base and bounds ist eine Methode für dynamic relocation. Jede CPU hat zwei hardware registers, base register and bounds register. Mit diesen kann man den Adressbereich überall in physical memory und versichern dass jeder Prozess nur auf sein eigenen Adressbereich zugreifen kann.
- static relocation ist wenn eine Software die loader heisst, nimmt ein executable und modifiziert alle seine Adressen, um den Offset in physical memory zu entsprechen
- translation for base and bounds method is: $\text{physical address} = \text{virtual address} + \text{base}$
- address translation ist die Methode um eine virtuelle in eine physikalische umzuwandeln. Wird auch dynamic relocation genannt
- Der Teil des CPU dass für die address translation zuständig ist, wird als memory management unit (MMU) bezeichnet
- process status word zeigt in welchem Mode sich die CPU findet.
- Wenn auf illegaler Speicher zugegriffen wird von user Programm, muss die CPU eine exception generieren. Und mit einem exception handler reagieren
- free list, ist eine liste von ranges von physikalische Adressen, die momentan nicht verwendet werden

Hardware Requirements	Notes
Privileged mode	<i>Needed to prevent user-mode processes from executing privileged operations</i>
Base/bounds registers	<i>Need pair of registers per CPU to support address translation and bounds checks</i>
Ability to translate virtual addresses and check if within bounds	<i>Circuitry to do translations and check limits; in this case, quite simple</i>
Privileged instruction(s) to update base/bounds	<i>OS must be able to set these values before letting a user program run</i>
Privileged instruction(s) to register exception handlers	<i>OS must be able to tell hardware what code to run if exception occurs</i>
Ability to raise exceptions	<i>When processes try to access privileged instructions or out-of-bounds memory</i>

→ the base and bounds registers müssen in der process structure gespeichert werden

OS @ boot (kernel mode)	Hardware	(No Program Yet)
initialize trap table	remember addresses of... system call handler timer handler illegal mem-access handler illegal instruction handler	
start interrupt timer	start timer; interrupt after X ms	
initialize process table		
initialize free list		

→ internal fragmentation, ist wenn Speicher verschwendet wird, wegen der ineffizienten Platzierungen