



إدارة الإجراءات

العنوان	الصفحة
1. مفهوم الإجراء	4
2. الإجراء	4
3. حالة الإجراء	5
4. كتلة تحكم الإجراء	6
5. جدولة الإجراءات	7
6. المجدولات	8
7. تبديل السياق	10
8. إنشاء الإجراءات	11
9. إنهاء الإجراءات	12
10. الإجراءات المتعاونة	12
11. الاتصال بين الإجراءات	12
12. الاتصال المباشر بين الإجراءات	13
13. الاتصال اللامباشر بين الإجراءات	14
14. التزامن بين الإجراءات المتصلة	15
15. رتل الانتظار	15
16. التمارين	16

الكلمات المفتاحية:

الإجراء - حالة الإجراء - كتلة تحكم الإجراء - رتل الأعمال - رتل الجاهزات - رتل التجهيزة - المجدول طويل الأمد - المجدول قصير الأمد - الإجراء المقيّد بالدخل/الخرج - الإجراء المقيّد بوحدة المعالجة - الإجراءات المتعاونة.

ملخص:

يركّز هذا الفصل على التعرف على مفهوم الإجراء وحالاته، وعلى تعريف كتلة تحكم الإجراء، وعلى أساليب جدولة الإجراءات وتبديل السياق فيما بينها، بالإضافة إلى العمليات على الإجراءات من إنشاء وحذف، وتعاون واتصال.

أهداف تعليمية:

يهدف هذا الفصل إلى:

- التعرف على مفهوم الإجراء.
- حالة الإجراء.
- كتلة تحكم الإجراء.
- جدولة الإجراءات، ومجداولات نظام التشغيل.
- تبديل السياق بين الإجراءات.
- العمليات على الإجراءات (إنشاء وحذف).
- الإجراءات المستقلة والإجراءات المتعاونة.
- الاتصال بين الإجراءات (مباشر أو لا مباشر).
- التزامن بين الإجراءات المتصلة.

المخطط:

1. مفهوم الإجراء.
2. الإجراء.
3. حالة الإجراء.
4. كتلة تحكم الإجراء.
5. جدولة الإجراءات.
6. المجدولات.
7. تبديل السياق.
8. إنشاء الإجراءات.
9. إنهاء الإجراءات.
10. الإجراءات المتعاونة.
11. الاتصال بين الإجراءات.
12. الاتصال المباشر بين الإجراءات.
13. الاتصال اللامباشر بين الإجراءات.
14. التزامن بين الإجراءات المتصلة.
15. رتل الانتظار.
16. التمارين.

1. مفهوم الإجراء

سمحت النظم الحاسوبية الأولى بتنفيذ برنامج واحد فقط في وقت معين، حيث كان البرنامج يتحكم كلياً بالنظام، وكان بوسعه النفاذ إلى كل موارده، أما النظم الحاسوبية اليوم، فتسمح بتحميل عدة برامج في الذاكرة وتنفيذها بالتساير، ومن هنا ظهر مفهوم الإجراء، والذي أصبح وحدة العمل الأساسية في هذه النظم. إذن يتألف النظام من مجموعة إجراءات: إجراءات نظام التشغيل، وإجراءات المستخدم، وكل هذه الإجراءات قادرة على التنفيذ بالتساير، حيث يجري تبديل وحدة المعالجة فيما بينها.

2. الإجراء

الإجراء هو أي برنامج أثناء التنفيذ، فالبرنامج بحد ذاته هو كيان غير ناشط، بينما الإجراء هو كيان ناشط تُنفذ تسلسلياً، يحدّد عدّاد البرنامج فيه التعليمات التالية التي يجب تنفيذها. يتألف الإجراء من رمّاز البرنامج، الفعالية الحالية وتُمثّل بقيمة عدّاد البرنامج ومحتويات سجلات المعالج، كما يتضمن الإجراء عموماً مكدس (stack) يحوي معطيات مؤقتة (معاملات الطرائق، عناوين العودة، متغيرات محلية)، بالإضافة إلى مقطع معطيات يتضمن متغيرات عامة. يمكن أن يرتبط إجراءان ببرنامج واحد، لكنهما يُنفذان تنفيذاً مستقلاً. مثلاً عندما يقوم المستخدم باستدعاء عدة نسخ من محرّر النصوص، فإن كل واحدة من هذه النسخ هي عبارة عن إجراء مستقل، على الرغم من أن رمّاز البرنامج هو نفسه، ولكن مقاطع المعطيات متباينة.

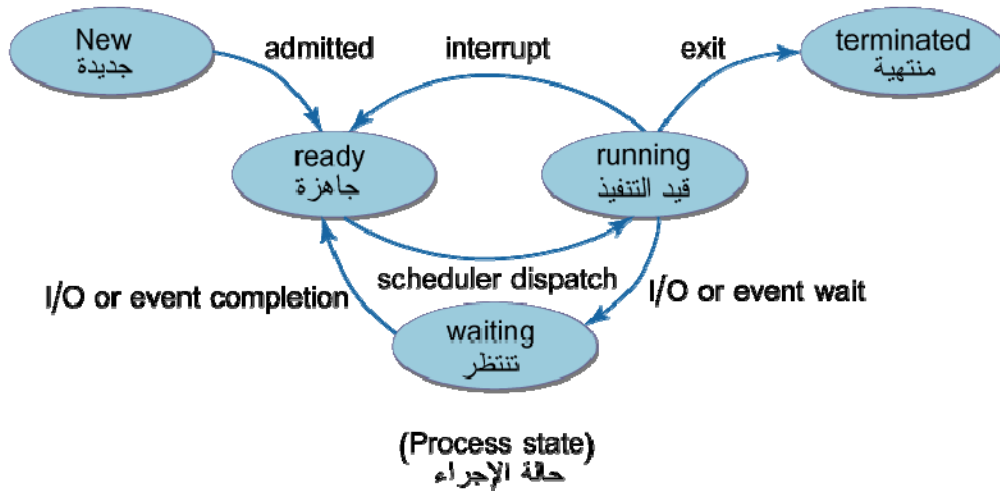
3. حالة الإجراء

تتغير حالة الإجراء أثناء تنفيذه، وتُعرف بالفاعلية الحالية لذلك الإجراء.

يمكن أن يكون الإجراء في إحدى الحالات التالية:

- **جديدة:** أنشئ الإجراء.
- **قيد التنفيذ:** يجري تنفيذ تعليمات الإجراء.
- **تنتظر:** ينتظر الإجراء وقوع حدث ما.
- **جاهزة:** ينتظر الإجراء المعالجة.
- **منتهية:** أنهى الإجراء التنفيذ.

في لحظة معينة، يوجد إجراء واحد فقط أثناء التنفيذ في أي معالج، بينما يمكن أن توجد عدة إجراءات جاهزة وتنتظر.



4. كتلة تحكم الإجراء

يُمثل كل إجراء في نظام التشغيل بكتلة تحكم الإجراء (PCB)، حيث تحتوي على عدة معلومات تتعلق بالإجراء:

- **حالة الإجراء:** وهي واحدة من الحالات: جديدة، جاهزة، قيد التنفيذ، تنتظر، منتهية، ...
- **عدّاد البرنامج:** يدل العدّاد على عنوان التعليمة التالية التي يجب تنفيذها.
- **سجلات وحدة المعالجة:** تتضمن المراكمات، سجلات الفهرس، مؤشرات المكس، والسجلات ذات الاستخدام العام.
- **معلومات جدولة وحدة المعالجة:** تتضمن أولوية الإجراء، مؤشرات إلى أرتال الجدولة، ومعلومات أخرى (سنراها لاحقاً).
- **معلومات إدارة الذاكرة:** تتضمن معلومات عن الذاكرة مثل قيمة سجلي القاعدة والحدّ.
- **معلومات المحاسبة:** تتضمن معدل استخدام وحدة المعالجة، الزمن الحقيقي المستخدم، ...
- **معلومات حالة الدخل/الخرج:** تتضمن لائحة من تجهيزات الدخل/الخرج اللازمة للإجراء.

حالة الإجراء	مؤشر
رقم الإجراء	
عدّاد البرنامج	
سجلات	
حدود الذاكرة	
لائحة الملفات المفتوحة	
⋮	

5. جدولة الإجراءات

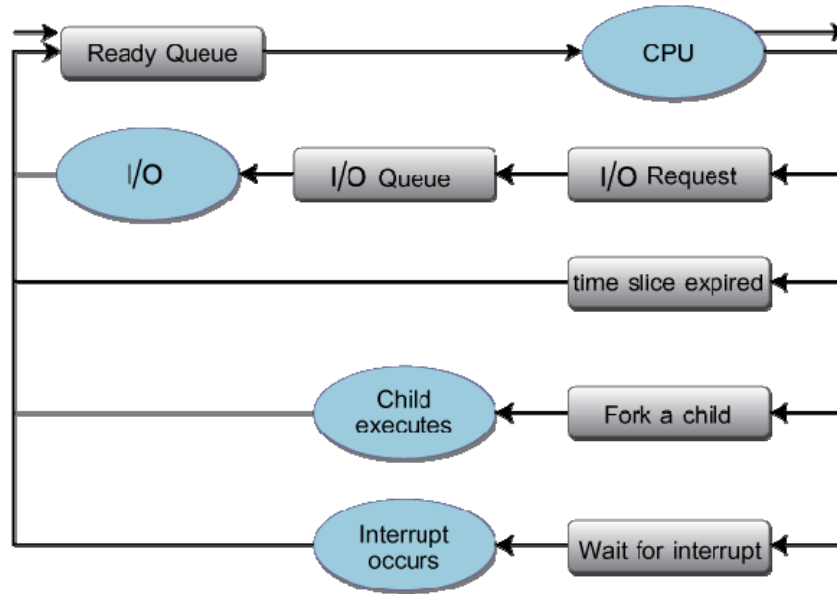
الغرض من تعدد الإجراءات هو زيادة استخدام وحدة المعالجة، وأن يكون هنالك إجراء يجري تنفيذه في كل وقت. من أجل جدولة الإجراءات ضمن نظام التشغيل يجري تعريف مجموعة من الأرتال:

- رتل الأعمال: يتألف من مجموعة الإجراءات الموجودة في النظام.
- رتل الجاهزات: يتألف من الإجراءات الموجودة في الذاكرة الرئيسية (RAM) الجاهزة للتنفيذ وبحالة انتظار.
- رتل التجهيزات: لكل تجهيزة دخل/خرج هنالك رتل يحوي الإجراءات التي تنتظر الحصول على هذه التجهيزة.

توضع الإجراءات عند دخولها إلى النظام في رتل الأعمال بانتظار تنفيذها، عندما تُخصص وحدة المعالجة عملها لإجراء معين، فإنها تنفذه لفترة معينة، ثم تتوقف أو تُقاطع أو تنتظر وقوع حدث معين.

عملية دخل/خرج مثلاً:

- يطلب الإجراء عملية دخل/خرج، عندها تنتقل إلى رتل التجهيزة بانتظار الحصول عليها، وبعد انتهاء عملية الدخل/الخرج، ينتقل الإجراء مجدداً إلى رتل الجاهزات بانتظار إكمال تنفيذها.
- يُنشئ الإجراء إجراء فرعياً جديداً، ثم ينتظر انتهاء الإجراء الفرعي.
- يُقاطع الإجراء فيجري إيقاف تنفيذه ويُعاد ثانيةً إلى رتل الجاهزات.

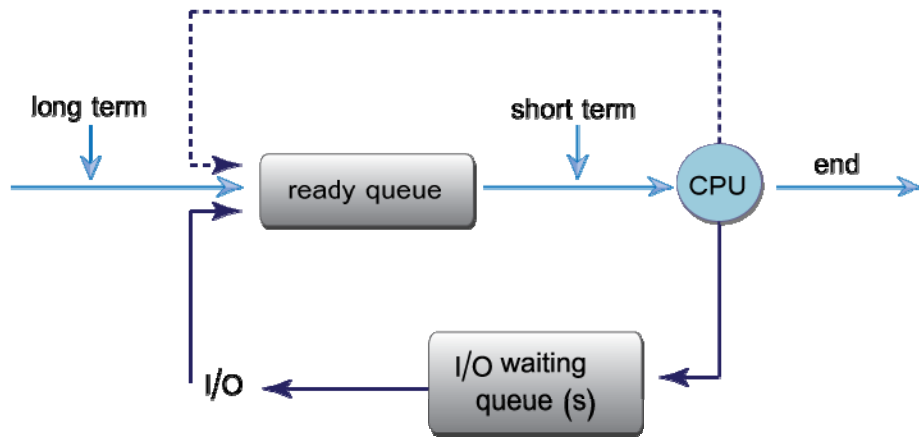


6. المجدولات

تنتقل الإجراءات بين أرتال الجدولة طوال فترة وجودها، ويجب أن يختار نظام التشغيل الإجراءات من الأرتال بطريقة ما، وهذا ما يتم إجرائه من خلال المجدول.

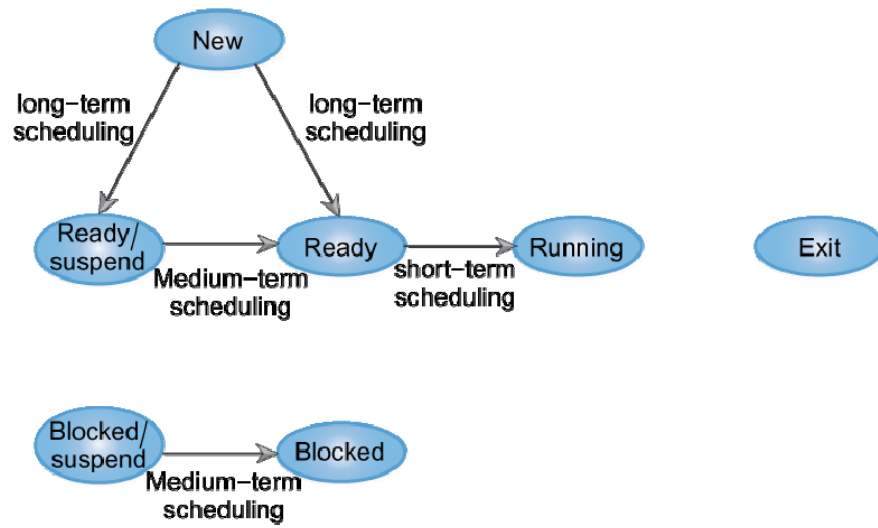
هنالك نوعان من المجدولات:

- **المجدول طويل الأمد (مجدول الأعمال):** يختار من بين مجموعة الإجراءات المراد تنفيذها، والموجودة على القرص الصلب، وذلك من أجل تحميلها في الذاكرة لبدء تنفيذها.
- **المجدول قصير الأمد (مجدول وحدة المعالجة):** يختار إجراءً من بين الإجراءات الجاهزة للتنفيذ، وذلك لكي يسند إليه وحدة المعالجة.



الفرق الأساسي بين المجدولين هو في تواتر تنفيذهما، فالمجدول قصير الأمد ينتخب إجراءً جديداً لوحدة المعالجة بتواتر كبير (يستخدم مرة على الأقل كل 100 ميلي ثانية)، بينما ينفذ المجدول طويل الأمد بتواتر أقل بكثير (من مرتبة دقائق)، فهو غالباً يُستدعى عندما يُغادر إجراء ما النظام.

يضاف في بعض نظم التشغيل (خاصة نظم المشاركة بزمان المعالج)، مستوى متوسط من الجدولة (المجدول متوسط الأمد)، حيث يعتمد على إزالة/إعادة الإجراءات من/إلى الذاكرة أي التبديل بين الإجراءات المنفذة والمراد تنفيذها، من أجل تحسين مزيج الإجراءات التي يجري تنفيذها.

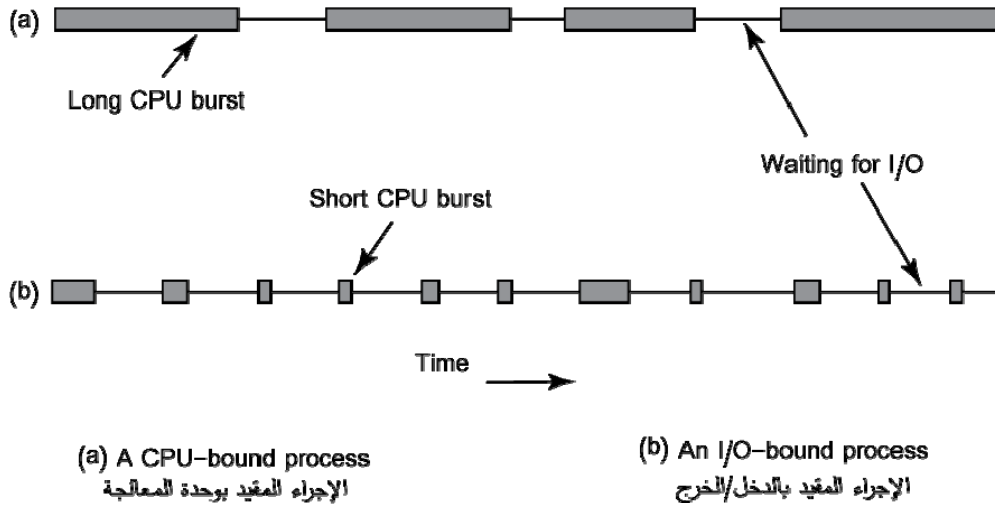


7. تبديل السياق

يمكن وصف معظم الإجراءات على أنها مقيدة بالدخل/الخرج أو مقيدة بوحدة المعالجة. **الإجراء المقيد بالدخل/الخرج:** هو الإجراء الذي يمضي وقتاً أكثر في عمليات الدخل/الخرج، من الوقت الذي يمضيه في الحسابات.

الإجراء المقيد بوحدة المعالجة: هو الإجراء الذي يستغل معظم وقته في الحسابات. لكي يجري انتقال وحدة المعالجة من إجراء إلى إجراء آخر، نحتاج إلى حفظ حالة الإجراء الأول، وتحميل الحالة المخزنة للإجراء الثاني، وهذا ما يُسمى بتبديل السياق. يُمثّل سياق الإجراء بكتلة تحكم الإجراء (PCB)، ويتضمن قيمة سجلات وحدة المعالجة، وحالة الإجراء، ومعلومات إدارة الذاكرة.

كلما كان نظام التشغيل معقداً، كلما كانت كمية العمل اللازمة خلال تبديل السياق أكبر.

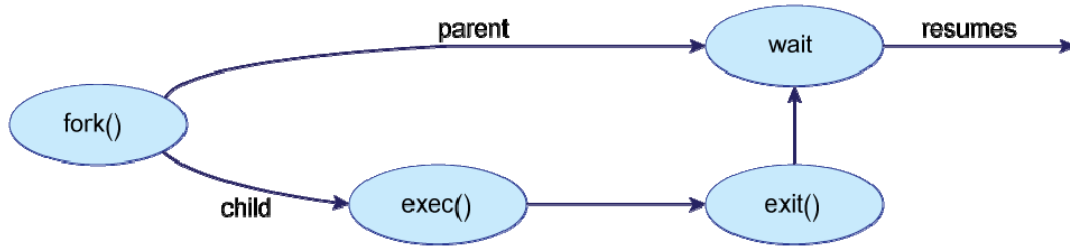


8. إنشاء الإجراءات

تستطيع الإجراءات أن تنشئ أثناء تنفيذها إجراءات جديدة بواسطة استدعاء النظام (create process)، حيث يُسمى الإجراء الذي يقوم بعملية الإنشاء بالإجراء الأب، بينما تسمى الإجراءات الجديدة بالأبناء. يمكن للإجراءات الأبناء أن تنشئ إجراءات جديدة أيضاً، وبذلك تتكون شجرة من الإجراءات. يحتاج الإجراء لإتمام مهمته إلى موارد محددة، لذلك عندما يقوم إجراء بإنشاء إجراء فرعي، يمكن أن يحصل الإجراء الفرعي على موارده مباشرة من نظام التشغيل، أو يمكن أن يكون مقيداً بمجموعة جزئية من الموارد المتاحة للإجراء الأب، كما يمكن أن يلجأ الإجراء الأب إلى تجزئة أو مشاركة موارده بين الإجراءات الأبناء.

عندما يُنشئ الإجراء إجراءً جديداً، يكون لدينا احتمالين لتنفيذهما:

- يتابع الإجراء الأب تنفيذه على التساير مع الإجراءات الأبناء الموافقة لها
- ينتظر الإجراء الأب انتهاء بعض أو كل الإجراءات الأبناء التابع له
- هنالك احتمالان بخصوص فضاء عنونة الإجراءات الجديدة
- الإجراء الابن وهو نسخة طبق الأصل عن الإجراء الأب
- الإجراء الابن يملك برنامجاً مختلفاً عن الإجراء الأب



Process Creation

9. إنهاء الإجراءات

ينتهي الإجراء عندما يُنهي تنفيذ آخر عبارة لديه، ويُطلب من نظام التشغيل أن يحذفه بواسطة استدعاء النظام (exit)، عند ذلك يمكن أن يعيد الإجراء معطيات إلى الإجراء الأب. هنالك ظروف إضافية يمكن أن تسبب الانتهاء، حيث يمكن لإجراء أب أن يوقف أحد أبنائه عن طريق استدعاء النظام (abort)، وذلك لأحد الأسباب التالية:

- تخطي الإجراء الإبن الاستخدام المسموح به لبعض الموارد المخصصة له.
- لم تعد المهمة المسندة إلى الإجراء الإبن مطلوبة.
- إنهاء الإجراء الأب لتنفيذه، ونظام التشغيل لا يسمح للأبناء بالاستمرار بعد انتهاء تنفيذ الإجراء الأب.

10. الإجراءات المتعاونة

إن الإجراءات التي تنفذ في نظام التشغيل هي إما إجراءات مستقلة أو إجراءات متعاونة. تكون الإجراءات مستقلة إذا كانت لا تؤثر أو تتأثر بالإجراءات الأخرى التي تنفذ في النظام، بينما تكون الإجراءات متعاونة إذا كانت تستطيع التأثير أو التأثر في الإجراءات الأخرى التي تنفذ في النظام. هنالك عدة أسباب لتوفير بيئة تسمح للإجراءات بالتعاون فيما بينها:

- **التشارك في المعلومات:** عدة مستخدمين مهتمين بمعلومات مشتركة.
- **تسريع الحساب:** من أجل تسريع مهمة معينة، يجب أن نجزئها إلى مهمات جزئية تُنفذ على التوازي.
- **الاجتزائية:** بناء النظام اجتزائياً من خلال تقسيم وظائف النظام إلى إجراءات.
- **الملاءمة:** وجود عدة إجراءات يريدونها المستخدم أن تعمل في وقت واحد.

11. الاتصال بين الإجراءات

يمكن للإجراءات المتعاونة الاتصال في ما بينها في بيئة ذات ذاكرة مشتركة، وذلك من خلال صِوان (buffer) مشترك. كذلك يمكن لنظام التشغيل تحقيق الاتصال بين الإجراءات من خلال عدة طرق، وأفضل هذه الطرق هو نظام التراسل، الذي يسمح للإجراءات بالاتصال فيما بينها دون الحاجة إلى معطيات مشتركة، حيث يوفر عمليتين أساسيتين للإجراء إرسال واستقبال (send, receive)، ولكن لكي يجري التراسل بين الإجراءين يجب تعريف وصلة اتصال بينهما.

وهنالك عدة أنواع لوصلة الاتصال:

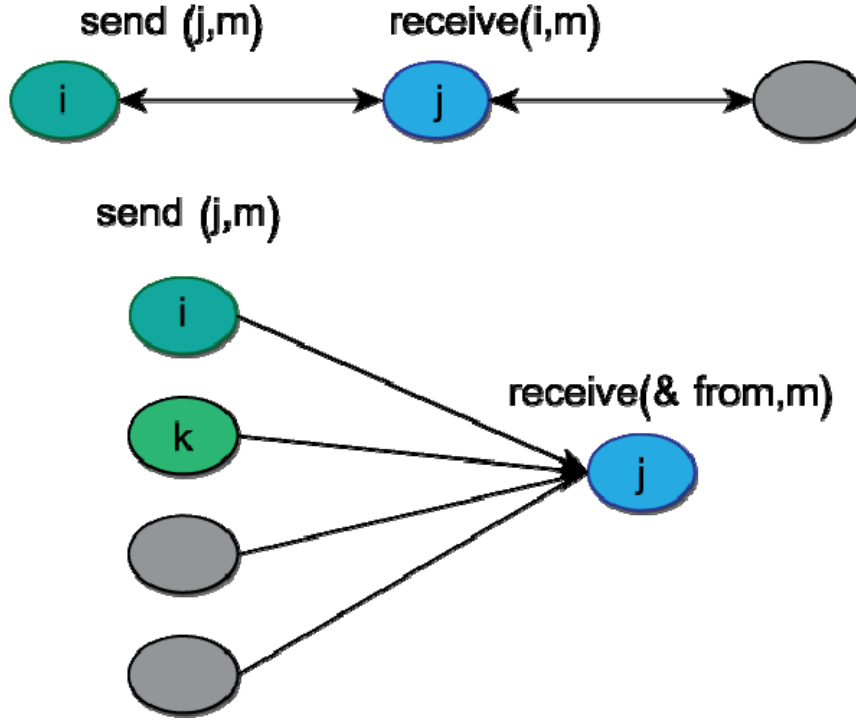
- اتصال مباشر أو لا مباشر.
- اتصال متناظر أو لا متناظر.
- صِوان ضمني أو صريح.
- إرسال نسخة أو مرجع.
- طول الرسائل متغير أو ثابت.

12. الاتصال المباشر بين الإجراءات

يتعين على كل إجراء راغب في الاتصال أن يحدّد اسم المستقبل أو المرسل صراحةً.

وتكون توابع الإرسال والاستقبال بين الإجراءات:

- $\text{Send}(P, \text{message})$ إرسال الرسالة message إلى الإجراء P .
- $\text{Receive}(\text{id}, \text{message})$ استقبال الرسالة message من الإجراء id (في نمط الاتصال المتناظر يجب تحديد id الإجراء المرسل، بينما لا حاجة لتحديده في النمط اللامتناظر).



خصائص وصلة الاتصال:

تتمتع وصلة الاتصال في هذا النمط بالخصائص التالية:

- يحتاج كل إجراء إلى معرفة هوية الإجراء الآخر.
- تربط الوصلة بين إجراءين.
- هنالك وصلة واحدة بين كل زوج من الإجراءات.

يتميز هذا النمط من الاتصال بتناظر العنونة، إذ يجب أن يسمى إجراء المرسل وإجراء المستقبل كل منهما الطرف الآخر، كما يوجد بديل لهذا الأسلوب يستخدم عنونة لا متناظرة، حيث يسمى المرسل فقط المرسل إليه، بينما لا يقوم المستقبل بتسمية المرسل.

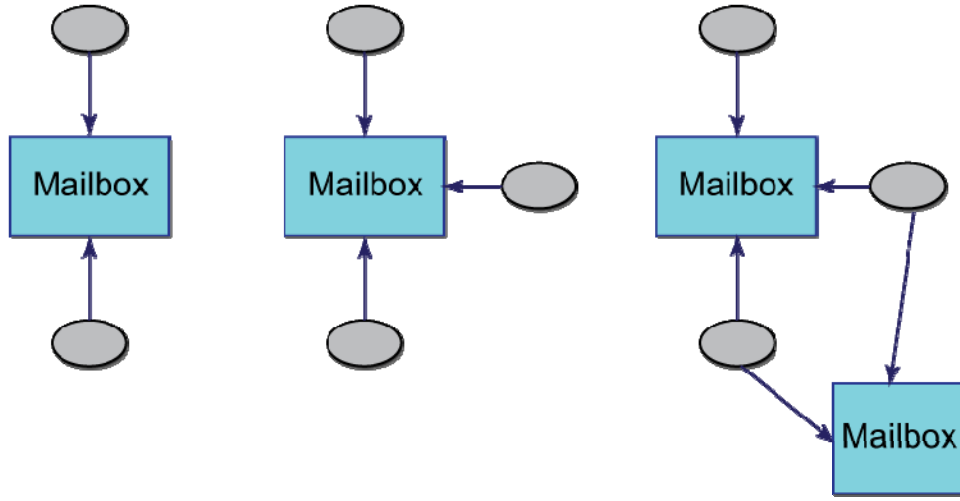
إن سيئة هذا النوع من الاتصال هو في حال تغيير اسم أحد الإجراءات، حيث نحتاج إلى تغيير هذا الاسم في جميع الإجراءات الأخرى التي تتصل معه.

13. الاتصال اللامباشر بين الإجراءات

يجري إرسال واستقبال الرسائل من صناديق البريد أو من البوابات، حيث يعامل صندوق البريد على أنه غرض، توضع فيه الرسائل وتتخذ بواسطة الإجراءات.

لكل صندوق بريد هوية مميزة، ويمكن لإجراءين الاتصال فيما بينهما عند وجود صندوق بريد مشترك بينهما. وتكون توابع الإرسال والاستقبال بين الإجراءات:

- $\text{Send}(A, \text{message})$ إرسال الرسالة message إلى صندوق البريد A.
- $\text{Receive}(A, \text{message})$ استقبال الرسالة message من صندوق البريد A.



خصائص وصلة الاتصال:

- تنشأ وصلة بين كل زوج من الإجراءات، شريطة أن يكون بينهما صندوق بريد مشترك.
- يمكن أن ترتبط الوصلة بإجراءين أو أكثر.
- يمكن أن يوجد عدد من الوصلات المختلفة بين كل زوج من الإجراءات المتصلة، بحيث تقابل كل وصلة منها صندوق بريد واحد.

سؤال: في حال تشارك عدة إجراءات في صندوق البريد نفسه، فأى من هذه الإجراءات سوف يستلم الرسالة القادمة إلى الصندوق؟

إن هذا يعتمد على الحل المختار:

- السماح بأن ترتبط وصلة ما بإجراءين على الأكثر.
- السماح بإجراء واحد على الأكثر بتنفيذ عملية receive في وقت واحد.
- السماح للنظام بأن ينتقي عشوائياً أحد الإجراءات.

14. التزامن بين الإجراءات المتصلة

يمكن أن يكون الاتصال بين الإجراءات من خلال عمليتي الإرسال والاستقبال، بعدة أشكال (معيق أو غير معيق، متزامن أو غير متزامن):

1. إرسال معيق: يُعاق الإجراء المرسل إلى أن يتسلم الإجراء المُستقبل الرسالة.
2. إرسال غير معيق: يستطيع الإجراء المرسل متابعة عمله بعد إرسال الرسالة.
3. استقبال معيق: يُعاق الإجراء المُستقبل حتى تصبح الرسالة متوفرة.
4. تسلم غير معيق: يقوم الإجراء المُستقبل بعملية الاستقبال سواء كانت الرسالة موجودة أو لا.

15. رتل الانتظار

بين الإجراءات مباشر أو غير مباشر، فإن الرسائل المتبادلة تمر برتل مؤقت (buffer). يوجد ثلاث أنواع لهذا الرتل:

1. سعة صفيرية: سعة الرتل صفيرية، أي لا يمكن لأي رسالة الانتظار في الرتل، ولذلك يجب على المرسل انتظار استقبال الرسالة من قبل المُستقبل.
2. سعة محدودة: سعة منتهية للرتل (n)، وبذلك يمكن لـ n رسالة على الأكثر أن تبقى في الرتل.
3. سعة لامحدودة: سعة غير محدودة للرتل، وبذلك يمكن لأي عدد من الرسائل أن ينتظر في الرتل.

التمارين:

1. الإجراء هو أي برنامج أثناء التنفيذ:

- A. صح
- B. خطأ

2. يتألف الإجراء من:

- A. رماز البرنامج
- B. مكس
- C. مقطع معطيات
- D. جميع الإجابات صحيحة

3. يمكن أن يكون الإجراء في إحدى الحالات التالية:

- A. جديدة
- B. تنتظر
- C. جاهزة
- D. منتهية
- E. جميع الإجابات صحيحة

4. يُمثّل كل إجراء في نظام التشغيل بكتلة تحكم الإجراء (PCB)، حيث تحتوي على عدة معلومات تتعلق بالإجراء:

- A. عداد البرنامج
- B. معلومات المحاسبة
- C. معلومات جدولة وحدة المعالجة
- D. جميع الإجابات صحيحة

5. الغرض من تعدّد الإجراءات هو زيادة استخدام وحدة المعالجة، وأن يكون هنالك إجراء يجري تنفيذه في كل وقت:

- A. صح
- B. خطأ

6. من أجل جدولة الإجراءات ضمن نظام التشغيل يجري تعريف مجموعة من الأرتال:

- A. رتل التجهيزات
- B. رتل الجاهزات
- C. رتل الأعمال
- D. جميع الإجابات صحيحة

7. يختار إجراءً من بين الإجراءات الجاهزة للتنفيذ:

- A. المجدول قصير الأمد
- B. المجدول طويل الأمد
- C. رتل الأعمال
- D. جميع الإجابات خاطئة

8. يمكن لإجراء أب أن يوقف أحد أبنائه عن طريق استدعاء النظام (abort)، وذلك لأحد الأسباب التالية:

- A. تخطي الإجراء الابن الاستخدام المسموح به لبعض الموارد المخصصة له.
- B. لم تعد المهمة المسندة إلى الإجراء الابن مطلوبة.
- C. إنهاء الإجراء الأب لتنفيذه، ونظام التشغيل لا يسمح للأبناء بالاستمرار بعد انتهاء تنفيذ الإجراء الأب.
- D. جميع الإجابات صحيحة

9. هنالك عدة أسباب لتوفير بيئة تسمح للإجراءات بالتعاون فيما بينها:

- A. التشارك في المعلومات
- B. الاجترائية
- C. الملاءمة
- D. جميع الإجابات صحيحة

10. يمكن للإجراءات المتعاونة الاتصال في ما بينها في بيئة ذات ذاكرة مشتركة، وذلك من خلال صِوان (buffer) مشترك:

- A. صح
- B. خطأ

11. هنالك عدة أنواع لوصلة الاتصال:

- A. إرسال نسخة أو مرجع.
- B. اتصال متناظر أو لا متناظر.
- C. صِوان ضمنى أو صريح.
- D. جميع الإجابات صحيحة

12. يتميز هذا النمط من الاتصال بتناظر العنوان:

- A. الاتصال غير المباشر بين الاجراءات
- B. الاتصال المباشر
- C. الاتصال الضمنى
- D. الاتصال الصريح

13. يمكن أن يكون الاتصال بين الإجراءات من خلال عمليتي الإرسال والاستقبال، بعدة أشكال (معيق أو غير معيق، متزامن أو غير متزامن):

- A. صح
- B. خطأ

الإجابة الصحيحة	رقم التمرين
(A)	.1
(D)	.2
(E)	.3
(D)	.4
(A)	.5
(D)	.6
(A)	.7
(D)	.8
(D)	.9
(A)	.10
(D)	.11
(B)	.12
(A)	.13