المجلة العراقية للعلوم الاحصائية (17) 2010
عدد خاص بوقائع المؤتمر العلمي الثاني للرياضيات –الاحصاء والمعلوماتية
ص ص [385 – 400]

مقارنة خوارزميات الجدولة للعمليات المستقلة مع خوارزمية مقترحة.

محمود محمد طاهر يونس العبادي*

الملخص:

يتضمن هذا البحث دراسة وتحليل خوارزميات الجدولة للمعالجات المستقلة كخوارزمية جدولة وقت العملية الأكبر(LPT)Longest Processing Time Scheduling algorithm وخوارزمية جدولة وقت العملية الأصغر Shortest Processing Time Scheduling algorithm(SPT) ومقارنتها مع الخوارزمية المقترحة بالاعتماد على مقياس طول الجدولة لكل خوارزمية والحصول على الحل الأمثل وذلك من خلال التطبيق على بعض الأمثلة.

Comparison between Scheduling Algorithms of Independed Processing with a proposed algorithm

Abstract:

This paper investigates the analysis of scheduling algorithm of independed processing like the Longest Processing Time Scheduling algorithm(LPT) and Shortest Processing Time Scheduling algorithm(SPT) and walking a comparison between them with a proposed algorithm depending on the measuring length scheduling of each of algorithms to get the ideal solution through applying some examples.

---

* مدرس مساعد/ فسم الإحصاء والمعلوماتية /كلية علوم الحاسبات والرياضيات Mahmood81_tahr@yahoo.com
تاريخ التسلم :2009/7/1 ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ تاريخ القبول : 6 /12 /2009

1- المقدمة Introduction :-

تعد إدارة العمليات داخل المعالجات من أهم أعمال الحاسبة الالكترونية ,وتظهر هـذه العمليات إلى حيز الوجود عند القيام بتشغيل احد الأوامر أو البرامج,في هذه الحالة تعطي الحاسبة الالكترونية كل عملية في حيز التشغيل رقما, وتقـوم وحـدة المعالجـة المركزيـة (Central Processing Unit)(CPU) بإنجاز هذه العمليات واحدة تلو الأخرى ,وذلك بتقسيم الوقت بـين هذه العمليات وخدمة كل عملية حسب الضرورة والمرتبة الموضوعة لها .

بصورة عامة تستخدم جدولة المعالجات فـي إدارة المهـام الموضـوعة لأي مـشروع وإنجازها ,وتدخل في العديد من المواضع الإحصائية و الرياضية، وتم تصنيفها إلـى نـوعين : الأول : خوارزميات الجدولة مع عدم إمكانية قطع العمليات (Non Preemptive Scheduling Algorithms) والثاني خوارزميات الجدولة مـع إمكانيـة قطـع العمليـات(Preemptive) Scheduling Algorithms.

إن الفكرة الأساسية لخوارزميات الجدولة هـي زيـادة إنتاجيـة المعالجـات (CPU Throughput) ,ومنفعتها (CPU Utilization) , وتقليل وقت الانتظار (Waiting Time), و وقت الاستجابة (Response Time), و وقت العودة (Turnaround Time) , وتحقيق العدالة بين العمليات (Fairness) وكذلك تقليل طول الجدولة (Scheduling Length).

اذ تضمن هذا البحث عرض الأسس والمفاهيم العامة لخوارزميـات الجدولـة للمعالجـات المتعددة وبالأخص خوارزميات جدولة العمليات المستقلة ومقارنتها مـع خوارزميـة مقترحـة بالاعتماد على طول الجدولة لكل خوارزمية عن طريق تطبيق هذه الخوارزميات علـى بعـض الأمثلة وذلك للحصول على الحل الأمثل.

2- المصطلحات المتعلقة بالجدولة

2-1 مسالة الجدولة Scheduling Problem [5] [6] [7] [8]

هناك ميزة مهمة في أنظمة التشغيل (Operating System) في الحاسبات الالكترونيـة وهي كيفية إدارة العمليات (Process) داخل الحاسبة .وتعد مسائل الجدولة من مسائل الامثليـة. ومعظم الحلول الموضوعة تستخدم أساليب بحوث العمليات وأساليب إحصائية و رياضية . وقـد دُرست مسائل الجدولة بشكل واسع في حقلي بحوث العمليـات وعلـوم الحاسـبات مـن خـلال

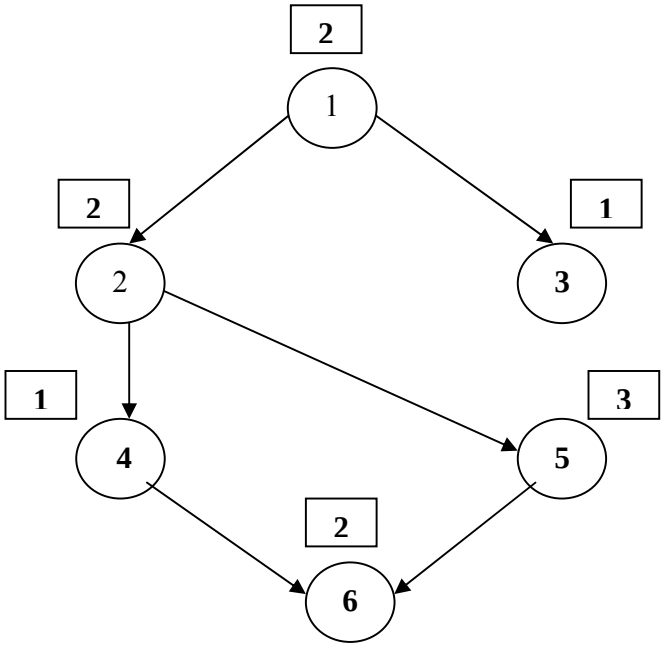
الخوارزميات المتعلقة بالجدولة , ونظرا للتطور الكبير في الحاسبة إذ أصبحت ذات معالجات متعددة (Multiprocessor System) فانه ينبغي تحديد الأولوية في تنفيذ العمليات وكذلك تنفيذ أكثر من عملية في الوقت نفسه حيث تتضح مسالة الجدولة في كيفية وضع الأولوية بتنفيذ عملية معينة من بين عدة عمليات وتخصيص المعالج لها من المعالجات المتعددة وإنهاء التنفيذ بعد تحديد زمن لكل عملية بأقل وقت ممكن , إذ لا يمكن لعملية واحدة أن يخصص لها أكثر من معالج في الوقت نفسه ,لان كل معالج يخصص له عملية لغرض تنفيذها أو يبقى عاطلا عن العمل .

2-2 عدد المعالجات Number of Processors[3]

تعد أنظمة الحاسبات الالكترونية ذوات المعالج الواحد (Uniprocessor System) الأساس في إنشاء أنظمة الحاسبات ذوات المعالجات المتعددة.إن أنظمة الحاسبات ذوات المعالج الواحد تعني تنفيذ عملية واحدة وتبقى بقية العمليات تنتظر في صف الاستعداد لحين إنهاء العملية الأولى من التنفيذ , أما في أنظمة الحاسبات ذوات المعالجات المتعددة فيتم تنفيذ عدة عمليات في الوقت نفسه, وذلك من خلال توزيع العمليات على المعالجات الموجودة وتنفيذها حسب الأسبقية الموضوعة من خلال خوارزميات جدولة المعالجات المتعددة .إن استخدام عدد كبير من المعالجات يعمل على تقليل طول الجدولة .

2-3 المعالج الساكن Idleness Processor [4]

هو المعالج الذي يكون غير مشغول بتنفيذ أية عملية . ولتوضيح ذلك وكما مبين في الشكل(1-2) , سنبين أن تحليل كفاءة خوارزميات الجدولة يعتمد على إمكانية بقاء المعالج مشغول اكبر وقت ممكن . حيث أن Φ تمثل المعالج الساكن .



أ- رسم العمليات

P1	**1**	**1**	**2**	**2**	**4**	**Φ**	**Φ**	**6**	**6**
P2	**Φ**	**Φ**	**3**	**Φ**	**5**	**5**	**5**	**Φ**	**Φ**

ب - جدولة العمليات

الشكل (1-2)

نلاحظ من خلال التوزيع العشوائي للعمليات على لوحة كرانت (Crantt Chart) انـه في المعالج الأول توجد وحدتان عاطلتان عن العمل , و في المعالج الثاني هناك خمـس وحـدات عاطلة عن العمل .

3-جدولة المعالجات المتعددة

3-1 معايير الجدولة : Scheduling Criteria [1] [2]

إن خوارزميات جدولة المعالجات تمتلك خصائص مختلفة , مما يدفع إلى تفضيل خوارزمية على أخرى ,وهناك أسس وخصائص تستخدم للمقارنة في تحديد الخوارزمية الجيدة وذات الكفاءة وهذه الأسس هي :

1- منفعة المعالج (CPU Utilization) : تعني كيفية جعل المعالج يستغل بشكل دائم ويصبح مشغولا طول الوقت في تنفيذ العمليات قدر الإمكان.

2- إنتاجية المعالجات (CPU Throughput) :تمثل عدد العمليات المنفذة بشكل كامل خلال وحدة زمنية.

3- وقت العودة (Turnaround Time) : يمثل المدة الزمنية من دخول العملية للنظام والى حين اكتمال تنفيذ العملية.

4- وقت الانتظار (Waiting Time) : يمثل الزمن المستغرق في بقاء العملية في صف الاستعداد (Ready Queue) لكي يخصص لها المعالج لغرض التنفيذ.

5- وقت الاستجابة (Response Time) : يمثل المدة الزمنية منذ دخول العملية إلى النظام لحين الاستجابة الأولى في التنفيذ.

6- طول الجدولة (Scheduling Length) : هي الفترة الزمنية التي تستغرقها جميع العمليات لتنفيذها,ففي حالة المعالجات المتعددة تكون أمثلية الجدولة معتمدة على طول الجدولة.

ويعد طول الجدولة المقياس الأهم لمعرفة كفاءة الخوارزميات في جدولة المعالجات المتعددة.

3-2 خوارزميات جدولة العمليات المستقلة : Independent Tasks Scheduling Algorithms [2]

سنعرض خوارزميتين من خوارزميات الجدولة لمجموعة من العمليات المستقلة ,مع عدد اختياري من المعالجات وزمن تنفيذ لكل عملية من مجموعة العمليات.

3-2-1 خوارزميـة جدولـة وقـت العمليـة الأكبـر : Longest Processing Time Scheduling Algorithm (LPT)

تعد هذه الخوارزمية من الخوارزميات الأساسية في جدولة العمليات المستقلة , وفي هذه الخوارزمية يتم تحديد الأسبقية للعمليات من خلال العملية ذات زمن التنفيذ الأكبـر, و أن جميـع العمليات في مستوى واحد ,والخطوات الرئيسية للخوارزمية هي :

1 – البداية .

2 – تحديد الأسبقية للعملية بالاعتماد على زمن التنفيذ الأكبر .

3 – تكرار .

4- اختيار العملية .

5 – اختيار المعالج المناسب لتنفيذ العملية .

6 – تخصيص المعالج للعملية .

7 – عند عدم جدولة جميع العمليات اذهب إلى الخطوة 3 و إلا .

8 – النهاية .

3-2-2 خوارزمية جدولـة وقـت العمليـة الأصـغر : Shortest Processing Time Scheduling Algorithms (SPT)

تعد هذه الخوارزمية عكس خوارزمية (LPT) في جدولة العمليات المستقلة , وفي هذه الخوارزمية يتم تحديد الأسبقية للعمليات من خلال العملية ذات زمن التنفيذ الأصغر ,وان جميع العمليات في مستوى واحد ,والخطوات الرئيسة للخوارزمية هي :

1 – البداية .

2 - تحديد الأسبقية للعملية بالاعتماد على زمن التنفيذ الأصغر .

3 - تكرار .

4 - اختيار العملية .

5 - اختيار المعالج المناسب لتنفيذ العملية .

6 – تخصيص المعالج للعملية .

7 - عند عدم جدولة جميع العمليات اذهب إلى الخطوة 3 و إلا .

8 – النهاية .

3-2-3 الخوارزمية المقترحةThe proposed Algorithm

تم اقتراح خوارزمية جديدة لجدولة العمليات المستقلة على عدد اختياري من المعالجـات المتعددة،إذ تستخدم هذه الخوارزمية إذا كانت لدينا مجموعة من العمليات المستقلة وأوقات التنفيـذ للعمليات متساوية أو مختلفة , إذ تبدأ المعالجات بتنفيذ العمليات التي لهـا أوقـات تنفيـذ كبيـرة وتخصص المعالج لها مع إمكانية قطع العملية وتنفذ وحدة واحدة منها ثم تعمـل مقارنـة لجميـع العمليات وتنفذ اكبر وقت تنفيذ للعمليات وكذلك تنفذ وحدة واحدة منها وهكذا

وخطوات الخوارزمية المقترحة كما في أدناه:

1-البداية

2-اختيار العملية التي لها أكبر وقت تنفيذ وتخصيص المعالج العاطل عن العمل وتنفيـذ وحـدة واحدة منها

3-عمل مقارنة بين العمليات المتبقية واختيار العملية التي لها أكبر وقت تنفيذ مـن بـين جميـع العمليات وتخصيص المعالج لها

4-في حالة وجود عمليات لم تنفذ أذهب إلى 3 وإلا

5-النهاية

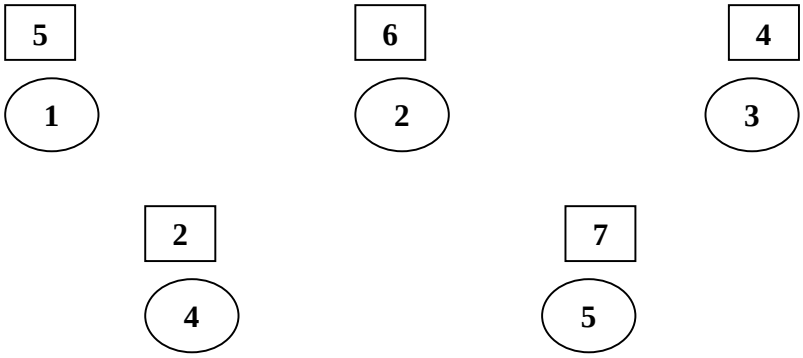
إن الفرق في الخوارزمية المقترحة عن الخوارزميات LPTوSPT يتركز في الخطـوتين 2و3 منها حيث أن الخوارزمية المقترحة تنفذ وحدة واحدة من العملية أي (أمكانية القطع للعمليـة أثناء التنفيذ) بينما الخوارزميات الأخرى تنفذ العملية كاملة أي (لايمكن قطع العملية أثناء التنفيذ)

4-الجانب العملي

في هذا الجانب سيتم عرض حالتين لمقارنـة خوارزميـات العمليـات المـستقلة مـع الخوارزمية المقترحة, حيث تقسم الحالة الأولى إلى قسمين يتضمن القسم الأول معـالجين , أمـا القسم الثاني فيتضمن ثلاثة معالجات , أما في الحالة الثانية فسنقوم بتغيير أوقات التنفيذ للعمليـات وفي الوقت نفسه يتم تنفيذها بمعالجين وثلاث معالجات أيضا .

الحالة الأولى :

أ - في حالة معالجين :



عند تطبيق خوارزمية (LPT) على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل الاتي :

Pr1	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**3**	**3**	**3**	**3**	**4**	**4**
Pr2	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**Φ**	**Φ**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

خوارزمية (LPT)

حيث يخصص المعالج الأول (Pr1) للعملية رقم (5) والتي تمتلك اكبر زمن تنفيذ , بينما يخصص المعالج الثاني (Pr2) للعملية رقم (2) والتي تمتلك زمن تنفيذ اقل من العملية رقم (5) , ثم يخصص المعالج الثاني للعملية رقم (1) بعد الانتهاء من تنفيذ العملية رقم (2) لان المعالج الأول (Pr1) لا يزال مشغولا بتنفيذ العملية رقم (5) . ثم يخصص المعالج الأول للعملية رقم (3) وذلك بعد الانتهاء من تنفيذ العملية رقم (1) وهكذا لبقية العمليات .

وعند تطبيق خوارزمية (SPT) على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل الاتي :

Pr1	**4**	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
Pr2	**3**	**3**	**3**	**3**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

خوارزمية (SPT)

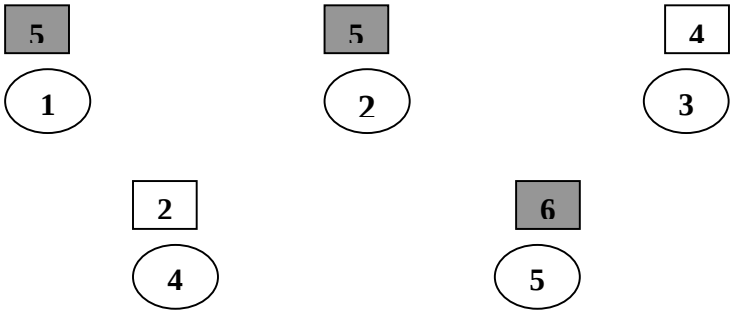
حيث يخصص المعالج الأول (Pr1) للعملية رقم (4) التي تمتلك اصغر زمن تنفيذ , ويخصص المعالج الثاني للعملية رقم (3) والتي تملك زمن تنفيذ اصغر بالنسبة لبقية العمليات غير المنفـذة , ثم يخصص المعالج الأول للعملية رقم (1) والتي تمتلك زمن تنفيذ اقل بالنسبة لبقية العمليات غير المنفذة , وهكذا لبقية العمليات .

وعند تطبيق(الخوارزمية المقترحة)على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحـة كرانـت بالشكل الاتي :

Pr1	**5**	**5**	**5**	**5**	**2**	**2**	**5**	**5**	**2**	**4**	**4**	**2**
Pr2	**2**	**2**	**1**	**1**	**3**	**3**	**1**	**1**	**3**	**3**	**1**	**5**

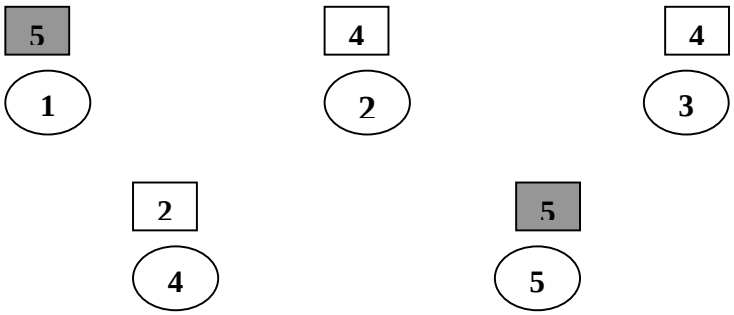
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

يبدأ التنفيذ بتخصيص المعالج الأول للعملية رقم (5) لكونها تملك أكبر وقت تنفيذ وينفـذ وحـدة واحدة منها,ويخصص المعالج الثاني للعملية رقم (2) لكونها تمتلك ثاني أكبر زمن تنفيـذ وينفـذ وحدة واحدة منها.



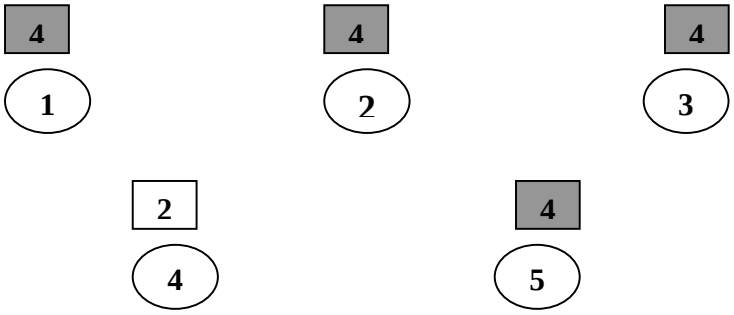
بعد ذلك يخصص المعالج الأول للعملية رقم (5) وينفذ وحدة واحدة منها, والمعالج الثاني يخصص للعملية(2) أو للعملية (1) لكونهما يمتلكان ثاني اكبر زمن تنفيذ (الوقت متساو) وينفذ وحدة واحدة وعلى افتراض أن المعالج الثاني خصص للعملية رقم (2).

2



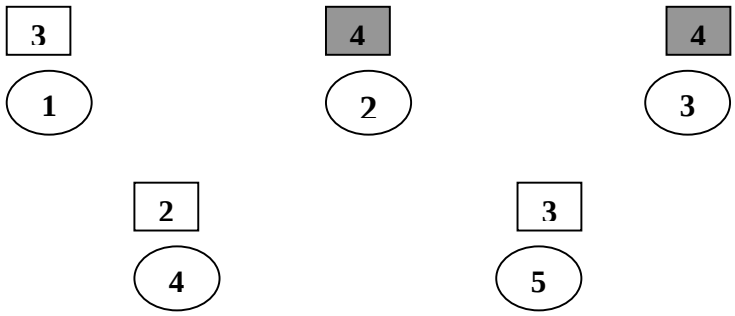
يخصص المعالج الأول للعملية رقم (5) والمعالج الثاني للعملية رقم (1) وينفذان وحدة واحدة من كل منهما.

3



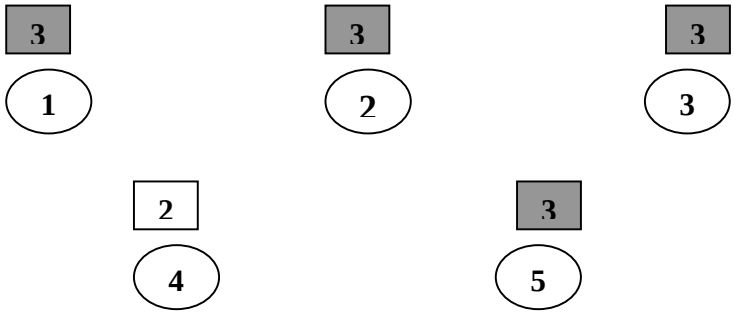
لدينا العمليات (1،2،3،5) لها أكبر زمن تنفيذ(متساو) وعلى افتراض أن المعالج الأول خـصص للعملية رقم (5) والمعالج الثاني للعملية رقم (1).

4



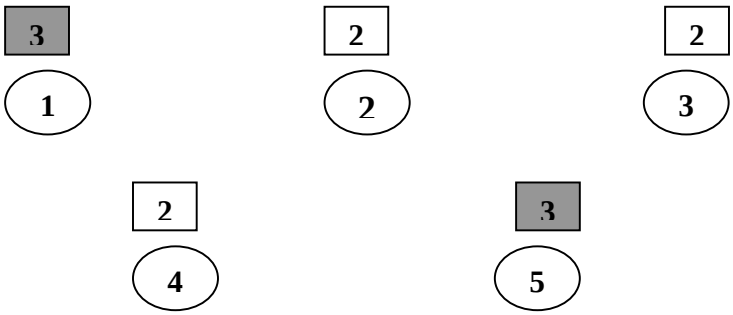
بعدها يخصص المعالج الأول للعملية رقم (2) والمعالج الثاني للعملية رقم (3) وينفـذان وحـدة واحدة من كل منهما.

5



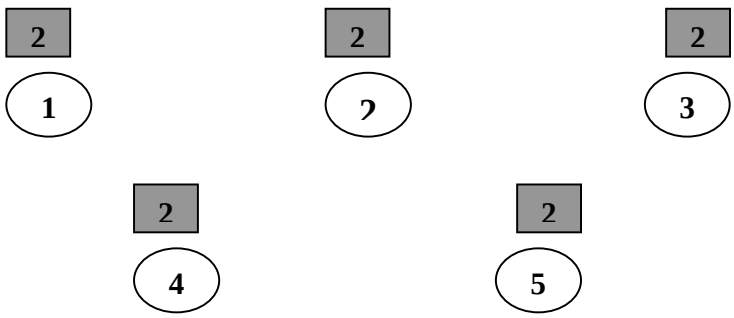
لدينا العمليات (1،2،3،5)لها أكبر زمن تنفيذ(متساو) وعلى افتراض أن المعـالج الأول خـصص للعملية رقم (2) والمعالج الثاني للعملية رقم (3) .

6



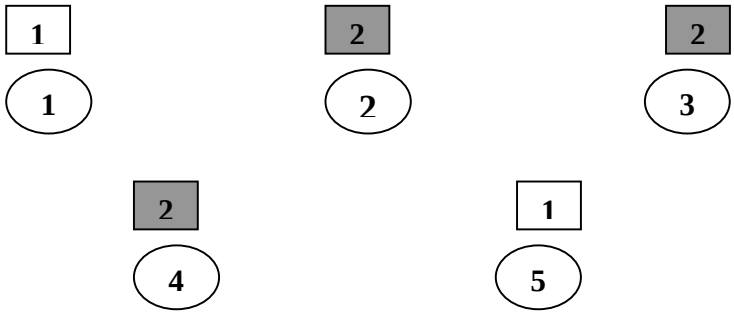
بعدها يخصص المعالج الأول للعملية رقم (1) والمعالج الثاني للعملية رقم (5) وينفـذان وحـدة واحدة من كل منهما.

7



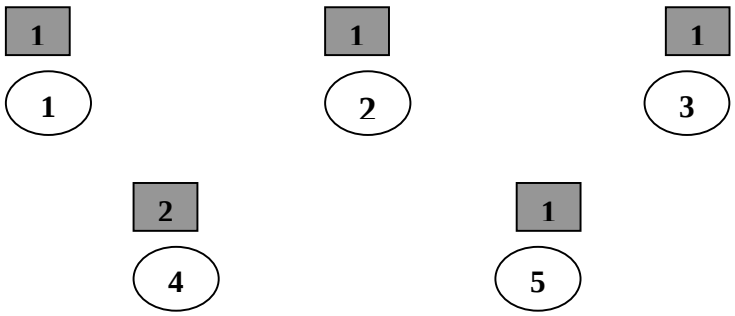
أصبح لدينا جميع العمليات متساوية في زمن التنفيذ، وعلى فـرض أن المعـالج الأول خـصص للعملية رقم (1) وينفذ وحدة واحدة منها والمعالج الثاني خصص للعملية رقم (5) وينفـذ وحـدة واحدة منها .

8



لدينا العمليات (2،3،4) لها أكبر زمن تنفيذ(متساو) وعلى افتراض أن المعـالج الأول خـصص للعملية رقم (2) والمعالج الثاني للعملية رقم (3).

9



وهكذا نستمر إلى أن يتم تنفيذ جميع العمليات .

ب - في حالة ثلاثة معالجات :

عند تطبيق خوارزمية (LPT) على ثلاث معالجات تكون النتيجة متمثلة بلوحـة كرانـت بالشكل الاتي:

Pr1	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**Φ**	**Φ**
Pr2	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**4**	**Φ**
Pr3	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**	**3**	**3**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**

خوارزمية (LPT)

Pr1	**4**	**4**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**Φ**	**Φ**	**Φ**
Pr2	**3**	**3**	**3**	**3**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
Pr3	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**

خوارزمية (SPT)

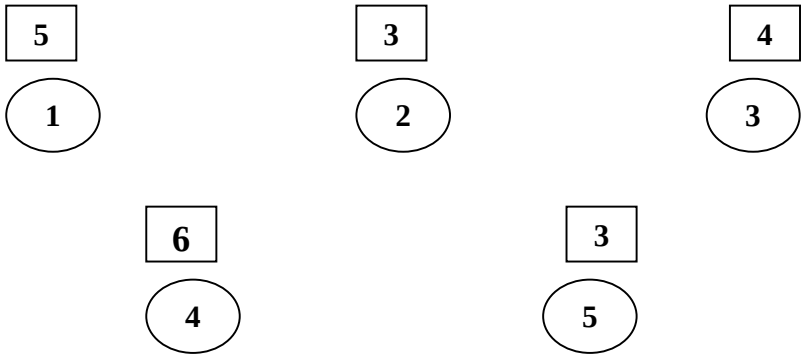
Pr1	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**4**	**4**
Pr2	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**3**
Pr3	**1**	**1**	**3**	**3**	**3**	**2**	**2**	**5**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**

The proposed Algorithm

.

الحالة الثانية : تغيير أوقات التنفيذ للعمليات

أ - في حالة معالجين :



عند تطبيق خوارزمية (LPT) على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل الاتي:

Pr1	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**2**	**2**	**2**	**5**	**5**	**5**
Pr2	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**3**	**3**	**3**	**3**	**Φ**	**Φ**	**Φ**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

خوارزمية (LPT)

تطبيق خوارزمية (SPT) على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل الاتي:

Pr1	**2**	**2**	**2**	**3**	**3**	**3**	**3**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**
Pr2	**5**	**5**	**5**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

خوارزمية (SPT)

عند تطبيق الخوارزمية على معالجين تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل التالي:

Pr1	**4**	**4**	**4**	**4**	**1**	**5**	**5**	**3**	**3**	**1**	**5**
Pr2	**1**	**1**	**3**	**3**	**2**	**2**	**1**	**4**	**4**	**2**	**Φ**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

The proposed Algorithm

ب - في حالة ثلاثة معالجات :

عند تطبيق خوارزمية (LPT) على ثلاثة معالجات تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل الاتي :

Pr1	**2**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**Φ**
Pr2	**5**	**5**	**5**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**
Pr3	**3**	**3**	**3**	**3**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**

1 2 3 4 5 6 7 8 9

خوارزمية (LPT)

عند تطبيق خوارزمية (SPT) على ثلاث معالجات تكون النتيجة متمثلة بلوحة كرانت بالشكل الاتي :

Pr1	**3**	**3**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**Φ**	**Φ**
Pr2	**4**	**4**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**
Pr3	**1**	**1**	**1**	**1**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**	**Φ**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

خوارزمية (SPT)

Pr1	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**3**	**3**
Pr2	**1**	**1**	**1**	**5**	**5**	**5**	**2**
Pr3	**3**	**3**	**2**	**2**	**1**	**1**	**4**

1 2 3 4 5 6 7

The proposed Algorithm

النتائج :

تمت مقارنة الأمثلة للخوارزميتين في هذا البحث وكما موضح في الجدول أدنا

الحالات	طول الجدولة باستخدام خوارزمية LPT	طول الجدولة باستخدام خوارزمية SPT	طول الجدولة باستخدام الخوارزمية المقترحة
الحالة الأولى:			
أ-في حالة معالجين	**13**	**14**	**12**
ب-في حالة ثلاثة معالجات	**9**	**11**	**8**
الحالة الثانية :			
أ-في حالة معالجين	**12**	**13**	**11**
ب-في حالة ثلاثة معالجات	**9**	**10**	**7**

الاستنتاجات والتوصيات:

1- إن طول الجدولة للخوارزمية المقترحة أقل من طول الجدولة لخوارزمية LPT ولخوارزمية SPT.

2-لم تتأثر كفاءة الخوارزمية المقترحة في حالة تغيير أوقات التنفيذ للعمليات المستقلة.

3-نلاحظ أن ازدياد عدد المعالجات يساعد على تقليل طول الجدولة.

4-نوصي باستخدام الخوارزمية المقترحة في حالة أمكانية القطع للعمليات.

المصادر

1-السبعاوي،احمد محمود والعبادي،محمود محمد طاهر ،2007،"خوارزميـة مقترحـة لجدولـة المعالجات المتعددة" المجلة العراقية للعلوم الإحصائية، المجلد 7، العدد11 .

2-ألكلاك، أسراء نذير حميد (2003)"جدولة مثلى للمعالجات المتعددة"رسـالة ماجـستير غيـر منشورة، كلية علوم الحاسبات والرياضيات،جامعة الموصل

3- Fernandez ,E .B .and Bussel , B.(1973),"Bounds on the Number of Processors and Time for Multiprocessor Optimal Schedules", IEEE Trans.comput,Vol.C-22,No.8

4-Hwang, K. and Briggs, F.A. (1984), "Computer Architecture And Parallel Processing" , Mc Graw-Hill, Inc., New York

5- Muntz, R. R. (1969)"Optimal Preemptive Scheduling on two Processor Systems",IEEE Transaction on computing, Vol. C-18,No.11.

6-Peng,D. T, Shin, K.G. and Abdel Zaher ,T. F.(1997),"Assignment and scheduling Communicating Periodic Tasks in Distributed Real-Time Systems", IEEE ,Transaction on Software Engineering,Vol.23,No.12.

7- Oliver Sinnen ,(2007)," Task Scheduling For Parallel Systems", John Wiley , Canada

8-Vincent T'kindt and Jean-Charles Billaut, Translator Henry Scott ,(2006)" Multicriteria Scheduling" ,Springer , Germany.