

التكليف الأول في هياكل البيانات: الإجابة النظرية

مقارنة بين القائمة المتصلة المفردة، المزدوجة، والدائرية

تُعد القوائم المتصلة (Linked Lists) من هياكل البيانات الأساسية التي توفر طريقة ديناميكية لتخزين البيانات، وتختلف أنواعها الرئيسية (المفردة، المزدوجة، والدائرية) في طريقة ربط العقد ببعضها البعض، مما يؤثر على كفاءة العمليات والاستخدامات المناسبة لكل نوع.

1. القائمة المتصلة المفردة (Singly Linked List - SLL)

تتكون كل عقدة في القائمة المتصلة المفردة من حقلين: حقل للبيانات وحقل مؤشر (Next) يشير إلى العقدة التالية في التسلسل. تشير العقدة الأخيرة إلى قيمة فارغة (NULL).

الوصف	الجانب
بساطة التنفيذ: هي الأبسط بين الأنواع الثلاثة. كفاءة الذاكرة: تتطلب أقل قدر من الذاكرة لكل عقدة (مؤشر واحد فقط). إدراج/حذف سريع: عمليات الإدراج والحذف في البداية سريعة ($O(1)$).	المزايا (Pros)
اجتياز أحادي الاتجاه: لا يمكن اجتيازها إلا في اتجاه واحد (من الرأس إلى الذيل). صعوبة الحذف: حذف عقدة معينة يتطلب مؤشراً إلى العقدة السابقة لها، مما يجعل العملية غير فعالة ($O(n)$) في أسوأ الحالات.	العيوب (Cons)
تنفيذ المكدسات (Stacks) والصفوف (Queues). تمثيل كثرات الحدود. تخصيص الذاكرة الديناميكي.	الاستخدامات (Uses)

2. القائمة المتصلة المزدوجة (Doubly Linked List - DLL)

تتكون كل عقدة من ثلاثة حقول: حقل للبيانات، ومؤشر (Next) يشير إلى العقدة التالية، ومؤشر (Previous) يشير إلى العقدة السابقة. هذا يسمح بالاجتياز في كلا الاتجاهين.

الوصف	الجانب
اجتياز ثنائي الاتجاه: يمكن اجتيازها للأمام وللخلف بسهولة. حذف فعال: يمكن حذف عقدة معينة بكفاءة ($O(1)$) إذا كان لدينا مؤشر إليها، حيث يمكن الوصول إلى العقدة السابقة مباشرة. تنفيذ أسهل لبعض العمليات: مثل الإدراج قبل عقدة معينة.	المزايا (Pros)
استهلاك أكبر للذاكرة: تتطلب ذاكرة أكبر لكل عقدة (مؤشرين بدلاً من واحد). تعقيد التنفيذ: تتطلب صيانة	العيوب (Cons)

	مؤشرين في كل عملية إدراج أو حذف، مما يزيد من تعقيد الكود.
الاستخدامات (Uses)	تنفيذ ذاكرة التخزين المؤقت (LRU Cache). وظائف التراجع والإعادة (Undo/Redo) في برامج التحرير. تنفيذ جداول التجزئة (Hash Tables) التي تستخدم السلاسل. أنظمة التنقل (مثل سجل المتصفح).

3. القائمة المتصلة الدائرية (Circular Linked List - CLL)

هي نوع من القوائم المتصلة (قد تكون مفردة أو مزدوجة) حيث لا تشير العقدة الأخيرة إلى NULL، بل تشير إلى العقدة الأولى (الرأس). هذا يخلق حلقة مغلقة.

الوصف	الجانب
اجتياز مستمر: يمكن البدء من أي عقدة والوصول إلى جميع العقد الأخرى. تنفيذ الصفوف (Queues) بكفاءة: يمكن استخدام مؤشر واحد فقط للإشارة إلى العقدة الأخيرة، مما يجعل عمليات الإدراج والحذف سريعة ($O(1)$). لا توجد عقدة فارغة (NULL): لا حاجة للتحقق من نهاية القائمة أثناء الاجتياز.	المزايا (Pros)
احتمالية الحلقات اللانهائية: يجب التعامل مع شرط التوقف بعناية لتجنب الاجتياز اللانهائي. تعقيد العمليات: عمليات الإدراج والحذف أكثر تعقيدًا قليلًا من القائمة المفردة العادية.	العيوب (Cons)
جدولة وحدة المعالجة المركزية (CPU Scheduling) باستخدام خوارزمية Round Robin. إدارة المخازن المؤقتة (Buffers) في التطبيقات. تنفيذ الألعاب التي تتطلب تكرارًا دوريًا للاعبين.	الاستخدامات (Uses)

ملخص المقارنة

القائمة الدائرية (CLL)	القائمة المزدوجة (DLL)	القائمة المفردة (SLL)	الميزة
دائري (يمكن البدء من أي مكان)	ثنائي (للأمام والخلف)	أحادي (للأمام فقط)	اتجاه الاجتياز
مؤشر واحد (Next) يشير الأخير إلى الأول	مؤشران (Next و Previous)	مؤشر واحد (Next)	مؤشرات العقدة

متوسط (حسب إذا كانت مفردة أو مزدوجة)	الأعلى	الأقل	استهلاك الذاكرة
حسب ($O(1)$ أو $O(n)$) النوع والموقع	إذا كان المؤشر ($O(1)$) موجودًا	يتطلب العقدة ($O(n)$) السابقة	كفاءة الحذف
الرأس (Head)	NULL	NULL	نهاية القائمة

<https://www.geeksforgeeks.org/dsa/types-of-linked-list/> "GeeksforGeeks. Types :[1] **المراجع** of Linked List. [Online]. Available:" [2]:
https://www.w3schools.com/dsa/dsa_data_linkedlists_types.php "W3Schools. DSA Linked Lists Types. [Online]. Available:" [3]: <https://medium.com/@kariim.baggarii/what-do-you-know-about-linked-lists-singly-doubly-and-circular-5889afb525fe> "Medium. What Do you Know about Linked Lists(Singly, Doubly, and Circular). [Online]. Available