

## مشروع عملي خوارزميات البحث الذكية

(جميع الأقسام)



في ليلة مظلمة وهادئة، وبينما كنت تسهر مع أسرتك، انقطع صوت الضحك والمرح بصوت جرس الباب. فتحت أملك الباب لتجد جدتك العزيزة (حماتها) قد أتت لزيارتكم، ألقت أملك نظرة سريعة نحوك، نظرة كانت كافية لتفهم منها أن عليك تنظيف المنزل بسرعة قبل أن تسمع أملك كلمة غير مرغوب فيها من حماتها.

في لحظة، قفزت من مكانك، وبدأت في ترتيب الأوراق المتناثرة والمذكرات وجهاز الكمبيوتر المحمول الخاص بك، حيث كنت قد أنهيت للتو كتابة الكود لخوارزمية البحث في مسائل الألعاب ذات اللاعبين.

وفجأة جاءت الكهرباء (على غير عاداتها) أسرع بتشغيل جهاز التلفاز في محاولة منك لقطع الصمت الذي كان يملأ الغرفة. جلس الجميع حول التلفاز، وإذا بها إحدى حلقات مسلسل "باب الحارة". فريال كانت تلعب مع أم زكي لعبة قديمة شهيرة تسمى البرجيس.. بعد بضع دقائق انقطعت الكهرباء، توقف المسلسل... بدأ الجميع بتوقع من كان سيفوز في اللعبة...

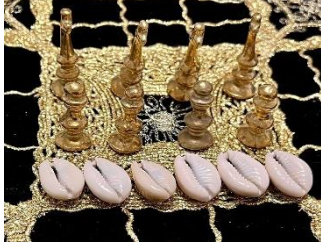
أملك كانت تتوقع أن فريال بلا شك ستكون الفائزة بينما جدتك ادعت أنها خبيرة في لعب البرجيس وقالت للعبة كانت ستكون من نصيب أم زكي بلا شك... احتدم النقاش بينهما وقررت أن تستخدم المهارات التي تعلمتها في مادة خوارزميات البحث الذكية لتحسم الجدل. طلبت من جدتك أن تقوم بشرح اللعبة لك فشرحتها على الشكل التالي...

## برجيس (برسيس)



برجيس هي لعبة شعبية يلعبها لاعبان ذات أصول هندية، معروفة في تراث بلاد الشام، حيث أدخلها السوريون إلى المنطقة في بداية القرن العشرين.

تتكون البرجيس من قطعة قماش، غالبًا ما تكون سوداء اللون، مُطرز عليها شكل مصَلَّب مرَّع، كل ضلع من أضلاعه على شكل مستطيل، ويقسم إلى ثلاثة أطوال، وكل طول منها ينقسم إلى مربعات صغيرة عددها في كل ذراع ثماني مربعات في الطول، وثلاثة في العرض.



بالإضافة إلى ذلك يوجد أربعة أحجار لها رأس حصان للاعب الأول، وأربعة لها رأس قبة للاعب الثاني.

وأيضاً 6 أصداف (ودع)، يتم رميها (بشكل يشبه النرد) وتحدد عدد خطوات اللاعب.

يلعب في هذه اللعبة بالعادة لاعبان، لكل لاعب مكان للبدء منه والانتهاه إليه، في الشكل التالي مكان بداية ومسار لعب اللاعب الأول، ومكان بداية ونهاية اللاعب الثاني حيث أن مساره مشابه للاعب الأول وبنفس الاتجاه (لم يتم رسمه كاملاً...).



### كيفية اللعب:

تبدأ اللعبة بجميع الأحجار خارج الرقعة، يرمي اللاعبان أحجار الودع بالتناوب، ويتم اللعب عن طريق السير بالأحجار بحيث يلف كل المسار ثم يصل إلى المنتصف (المطبخ)، وإذا تصادف وجود حجر خصمه في نفس المكان الذي يتحرك إليه اللاعب فإنه يخرج (يطرد) هذا الحجر من اللعبة وعلى اللاعب هنا أن يبدأ بإدخاله من جديد. الفائز هو اللاعب الذي يوصل الحجرة الأربعة إلى المطبخ قبل الآخر.

مسميات رمية الودع  
لكل ودع اتجاهين أعلى وأسفل



- 1- الدست: وهو أن تكون جميع الودعات مقلوبة إلى أعلى ما عدا ودعة واحدة
- 2- الدواق (اثنين): وهو أن تكون جميع الودعات مقلوبة إلى أعلى ما عدا ودعتين اثنتين
- 3- ثلاثة: وهو أن تكون جميع الودعات مقلوبة إلى أعلى ما عدا ثلاث ودعات
- 4- أربعة: وهو أن تكون جميع الودعات مقلوبة إلى أعلى ما عدا أربع ودعات
- 5- البنج: وهو أن تكون جميع الودعات مقلوبة إلى أسفل ما عدا ودعة واحدة.
- 6- الشكة: وهو أن تكون جميع الودعات مقلوبة إلى أعلى
- 7- البار: وهو أن تكون جميع الودعات مقلوبة إلى أسفل

قيمة رمية الودع

لكل نوع من الودع عدد مقابل من الخطوات يتم اللعب بها.

- 1- الدست: يتكون من 10 خطوات + الخال
- 2- البنج يتكون من 24 خطوة + الخال
- 3- الشكة: 6 خطوات
- 4- البار: 12 خطوة
- 5- الدواق: خطوتين
- 6- ثلاثة: ثلاث خطوات
- 7- أربعة: أربع خطوات

الخال هو خطوة إضافية (قيمتها 1) تكون عند حصول اللاعب على دست أو بنج، يمكن للاعب أن يتحرك بها خطوة واحدة إلى الأمام أو أن يدخل حجراً جديداً من حجاره إلى الرقعة.

### شروط وطريقة اللعب:

- 1- يمكن للاعب أن يدخل اللاعب حجراً واحداً عندما يحصل على الخال، والخال إما أن يكون ناتج من رمية الدست، أو البنج، ولا يمكن له أن يدخل حجراً إلا إذا حصل على خال بإحدى هاتين الرميتين، (بالتالي قد يلعب في البداية أكثر من مرة ولا يستطيع التحرك أبداً بسبب عدم وجود أي حجر في الرقعة لديه وعدم حصوله على الخال).
- ولا يجب على اللاعب إدخال حجر في حال حصوله على الخال، وإنما يمكنه فقط تحريك أحد حجاره خطوة واحدة إلى الأمام.
- 2- يجب على اللاعب رمي الودع مرة ثانية (دون الانتقال للعب إلى خصمه) عند حصوله على الدست أو البنج أو الشكة أو البار، ومن ثم تحريك الحجارة باستخدام جميع خطوات الودع التي حصل عليها.
- 3- يمكن لأكثر من حجر لنفس اللاعب الوقوف على نفس الخانة.
- 4- عند وقوف حجر إحدى الفريقين على المربعات التي عليها علامات X لا يحق للاعب الآخر طرد حجر نظيره. ولا يحق له الوقوف على نفس الخانة.
- 5- يجب على اللاعب أن يُسَيَّر كل حجر دورة كاملة من مكان دخوله حتى نهاية المربع في المنتصف (المطبخ). أي يجب أن تكون الخطوة الأخيرة تساوي تماماً عدد الخلايا الباقية + 1 (مكان المطبخ).
- 6- تنتهي اللعبة بمجرد أن يقوم أحد اللاعبين بإدخال كافة أحجاره إلى المربع في المنتصف (يعني كل حجاره طبخوا)، وبذلك يكون اللاعب قد فاز.
- 7- عند رمي الودع من الممكن ألا يكون للاعب أي لعبة ممكنة، (مثلاً لا يوجد أحجار في الرقعة أو أن عدد الخطوات الباقية للحجر لا تساوي مقدار خطوات الودع...) في هذه الحالة يتم انتقال اللعب للاعب الآخر.

### تحليل المسألة:

بناءً على شرح جدتك للمسألة لاحظت عزيزي الطالب أن هذه اللعبة تشبه إلى حد كبير الألعاب بلاعبين التي قمت بكتابة خوارزمية minimax لحلها، ولكن مع اختلاف جوهري، وهو أن هذه اللعبة ليست حتمية (deterministic) حيث أن حركة اللاعب مقيدة بقيمة الودع الذي تظهر له، حيث أن عليه في كل مرة اختيار الحجر الأنسب تحريكه حسب الودع الظاهر له.

قمت بالبحث عن حل لهذا النوع من المسائل ووجدت خوارزمية تدعى Expectiminimax<sup>1</sup> وهي خوارزمية شبيهة جداً بالخوارزمية التي تعرفها مع تعديل بسيط بإضافة عقدة حظ (chance) تمثل خطوة رمي الودع، وعوضاً عن حساب أكبر قيمة (max) أو أصغر قيمة (min) فإنها تحسب مجموع جداء قيم العقد باحتمال ورودها...

---

<sup>1</sup> يجب عليك البحث والقراءة عن الخوارزمية وكيفية تطبيقها على هذا النوع من المسائل.

عندها عرفت عزيزي الطالب أنه ما عليك إلا سؤال جدتك عن تابع تقييم (heuristic) جيد للمسألة، بحيث يقيّم رقعة<sup>2</sup> وهنا جدتك شرحت لك استراتيجيتها التي تأخذ بعين الاعتبار أحجارها وأحجار الخصم...

### المطلوب:

- 1- قم بتمثيل المسألة باعتبارها مسألة بحث، ما الذي يمثل في مسألتك حالة (state)؟ ما هو تابع الانتقال؟ ما هي الكلفة؟ ما هي حالة البداية؟ وما هي حالة النهاية؟  
حقق ذلك برمجياً باستخدام بنية تراها مناسبة بأي لغة برمجة تفضلها.
- 2- قم بكتابة تابع يقوم بطباعة الرقعة بأي شكل مقروء تراه واضحاً.
- 3- قم بكتابة كود لمنطق اللعبة يتم فيه التناوب بين خطوة المستخدم وخطوة الكمبيوتر، بحيث يتم أولاً رمي الودع قبل كل دور.
- 4- قم بإيجاد خطوة الكمبيوتر بحل المسألة باستخدام خوارزمية Expectiminimax بحيث تحدد الخطوة التالية للعب بناءً على الودع الذي ظهر، ويتم اختيار الخطوة بتطبيق الخوارزمية على عمق (depth) ما يمثل عدد الخطوات التالية المأخوذة بعين الاعتبار، يتم تحديده عند البدء باللعبة.
- 5- يجب أن يتيح برنامجك إمكانية طباعة معلومات عن خرج الخوارزمية وليس فقط اللعب، يتم تحديد هذا الخيار عند البدء باللعبة، هذه المعلومات تتضمن عدد العقد التي تم التجول فيها وقيمة تابع التقييم للعقدة التي تم اختيارها بالإضافة طباعة تمثيل العملية التي تمت في كل عقدة من شجرة البحث بشكل تراه مناسب (مثلاً بأن تطبع نوع العقدة والقيم التي عالجتها والقيمة التي ردتها...).

### توجيهات عامة:

- 1- استعن لفهم اللعبة بالفيديوهات التي تشرح اللعبة على اليوتيوب، وهناك أيضاً نسخة برمجية للعبة متاحة للتزليل على أجهزة أندرويد باسم "برسيس (برجيس) أون لاين".  
وفي حال توفرت اللعبة لديكم ينصح بتجربتها لفهم الاستراتيجية الأفضل للعبة أو ارسماها على ورقة والعيا معها زملائك.
- 2- مع أن الرقعة تبدو ثنائية إلا أن مسار الحل هو مسار مستقيم، لذلك عند تمثيل المسألة يمكنك تمثيل مسار كل لاعب بمصفوفة أحادية، وبما أن مسار كل لاعب يتقاطع مع مسار اللاعب الثاني ببعض الخلايا وليس جميعها، لذلك عند التحريك يمكنك التأكد من وجود لاعب بنفس المكان عن طريق التأكد من ال indexes للخلايا التي يتقاطع فيها المسارين.
- 3- عند طباعة الرقعة ليس عليك أن تلتزم بشكل الرقعة الحقيقي، اطبعها بأي شكل مفهوم. ولكن لاحظ أن الرقعة ذات أبعاد ثابتة ومحددة، لذلك يمكنك ببساطة طباعتها بقالب ثابت أي أماكن محددة للخلايا، مع تدويرها 45 درجة للتسهيل... وإن عمل أي واجهة بيانية gui ليس مطلوباً أبداً، وليس عليه علامة إضافية.

<sup>2</sup> انتبه أن تابع التقييم يستدعي دائماً باعتبار أن من يلعب هو الكمبيوتر (وليس اللاعب) بغض النظر إذا كانت خطوة اللعب هي max أو min

- 4- لاحظ أن اللاعب يمكن أن يرمي الودع نظرياً عدد غير محدود من المرات (إذا كانت كل الرميات دست أو بنج أو شكة أو بارا) يمكنك حد عدد الرميات الممكنة بعشرة فقط لتكون الخوارزمية قابلة للتحقيق. عند تحقيقك تابع الانتقال فإن كل مجموعة من رميات الودع تمثل action وحيد، (مثلاً عندما يكون الودع دست ثم شكة ثم دواق)، للتسهيل يمكنك في البداية اعتبار أن كل لاعب يرمي الودع مرة واحدة فقط، ثم تحقيق إمكانية الرمي أكثر من مرة بحسب نوع الودع.
- 5- إن الاستراتيجية الأمثل تأخذ بعين الاعتبار عدة معاملات، منها محاولة تحريك الأحجار بحيث تصل إلى الهدف وبحيث تكون في مكان لا يمكن أن تقتل بسهولة (حيث أنه يفضل تركها على المربع X عن تحريكها في مكان يمكن أن يصل إليه الخصم)، وبنفس الوقت أن تحاول أن تقتل الخصم، وبحيث ألا تغامر بالحجارة التي أصبحت قريبة من المطبخ... يمكنك البدء باستراتيجية بسيطة ومن ثم تعقيدها لاحقاً.
- 6- لاحظ أن التوزيع الاحتمالي لحالات الودع ليس متساوٍ، أي أن احتمالية أن يكون الودع هو ثلاثة مثلاً أكبر بكثير من احتمال أن يكون بنج، ولتكون خوارزمتك دقيقة يجب أن تحسب هذه الاحتمالات بدقة، يمكنك البدء باعتبار أن احتمالها متساوٍ في البداية ولكن لكي يكون رمي الودع صحيحاً ولكي تعمل الخوارزمية جيداً يجب أن يكون حساب التوزيع الاحتمالي صحيحاً... قم بحساب التوزيع الاحتمالي بشكل صحيح وكتابة طريقة الحساب في التقرير.

## أمور تنظيمية:

- تسلم الوظيفة يوم الأحد 2023-1-7 وتتم المقابلات في نفس اليوم.
- عدد طلاب المجموعة الواحدة هو من ثلاثة إلى خمسة على الأكثر، يمكن لطلاب من فئات مختلفة ضمن القسم الواحد أن يشتركوا معاً.
- يسلم تقرير بصيغة pdf يحوي على الأفكار الأساسية وطريقة تمثيل المسألة وحلها وشرح بسيط للخوارزمية بالإضافة إلى النتائج ومقارنتها، ويتم تسليم الكود، بعد وضعه في ملف نصي واحد بشكل متتالي مع تعليق بسيط يشرح كل جزء، يسمى الملف بأسماء الطلاب وقسمهم باللغة العربية ولا يتم ضغطه يتم رفع الكود والتقرير على الرابط <https://forms.gle/kWfyJv7bJrUdxz2A9> في يوم المقابلة نفسه، كما يطلب منهم أن يكون التقرير جاهزاً ومطبوعاً عند المقابلة. لا تطبع التقرير ملوناً.
- المطلوب من طلاب المجموعة التشارك جميعاً بحل المسألة، وهذا يعني أن الطلاب يجتمعون معاً (بشكل فيزيائي أو افتراضي) لوضع البنية المناسبة للمسألة، وتحديد الصفوف والتوابع التي يجب تحقيقها، مع تحديد دخل وخرج كل منها، ثم تقسيم تنجيز (implementation) البنية والتوابع فيما بينهم، وبالتالي يكون جميع طلاب المجموعة على دراية كاملة بطريقة حل كل المسألة. هكذا يمكنكم جميعاً من وضع حلول أفضل للمسألة والتشارك في حل المشكلات، ويزيد من سرعة الأداء.
- لضمان ذلك يطلب من طلاب كل مجموعة تصوير الورقة التي كتبوا عليها البنية البرمجية عندما اجتمعوا معاً وأيضاً تقسيم الكود الذي اتفقوا عليه (ولو كان هذا قد تغير بعد ذلك) مكتوباً على هذه الورقة، ووضع هذه الصورة في التقرير. يجب على كل طالب كتابة الجزء الذي قام بتنفيذه من المسألة في التقرير (عوضاً عن إيكال مهمة كتابة التقرير لأحد الأفراد) مع تحديد اسم الطالب الذي قام بتنفيذ هذا الجزء.
- علامة المشروع ليست واحدة لجميع أفراد المجموعة، في حال عدم اشتراك بعض الطالب بحل الوظيفة (والاكتفاء بفهم الكود) ممكن أن ينالوا علامة الصفر عليها.
- عند اقتباس أي جزء من الكود من مصدر ما أياً كان يرجى ذكر المصدر (وإلا يعتبر الجزء المأخوذ منقولاً).
- سيتم استخدام برمجيات مخصصة لكشف التشابه بين مشاريع الطلاب، ولن يتم إعادة أي جزء من العلامة للطلاب سواء أكانوا أصحاب الكود أم لا، لذا يرجى توخي الالتزام بأمانة الحل.



Good  
Luck!