جامعة دمشق – كلية الهندسة المعلوماتية

قسم الذكاء الصنعي

عملي -نظم قواعد المعرفة

وظيفة

معرض الورود الذكي – روبوت توزيع الباقات

تمهيد المسألة :

تخيل أنه تم اختيار منطقتك لتحتضن معرض الورود السنوي

سيُقام المعرض في موقع كبير مصمم على شكل شبكة (Grid) يحوي المعرض:

- عدد من الأجنحة – (Pavilions) كل جناح مخصص لنوع معين من الورود
- مستودع مركزي للورود – (Warehouse) يحتوي على جميع أنواع الباقات
- روبوت ذكي – مهمته توصيل الباقات من المستودع إلى الأجنحة

أتى اليك منظم المعرض طالباً المساعدة في تخطيط مسار حركة الروبوت داخل المعرض، وذلك بهدف توصيل الباقات من المستودع المركزي إلى الأجنحة حسب الاحتياجات المطلوبة، بحيث يتم تلبية احتياجات الأجنحة بأسرع وأمثل طريق ممكن.

أولاً: مكونات المعرض

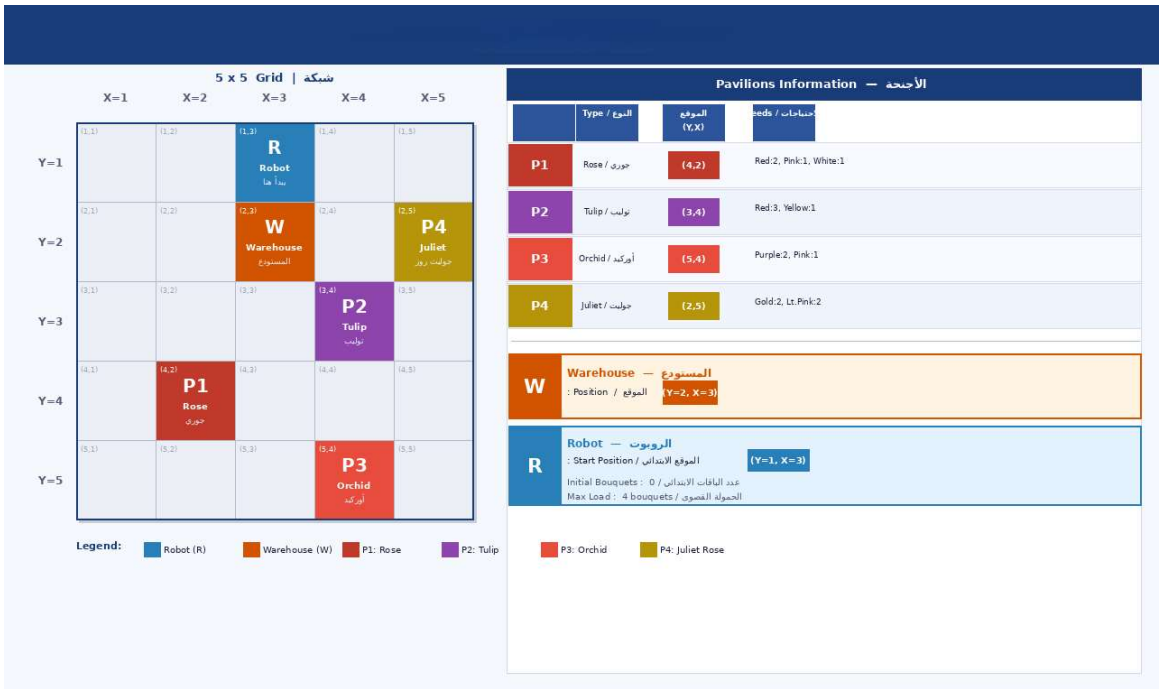
الوصف	المكون
حجمها متغير (X × Y) حسب تصميم المعرض	الشبكة(Grid)
مكان تخزين جميع الباقات، يقع في خلية محددة	المستودع(Warehouse)
يبدأ من موقع معين، ويمكنه التحرك يميناً/يساراً/أعلى/أسفل	الروبوت(Robot)
عددها متغير، لكل جناح (موقع، نوع الورد، واحتياجات محددة بالألوان)	الأجنحة(Pavilions)
وحدة التوصيل، (لكل باقة: نوع ورد + لون)	الباقات(Bouquets)

ثانياً: أنواع الورود والألوان

في هذا المعرض أربعة أنواع من الورود، لكل نوع ألوانه الخاصة:

الألوان المتوفرة	النوع
أحمر، وردي، أبيض، أصفر، خمري	الجوري(Rose)
أحمر، أصفر، بنفسجي ،برتقالي ، أخضر ، موف،ارجواني	التوليب(Tulip)
أرجواني، أبيض، وردي،زهري	الأوركيد(Orchid)
ذهبي، وردي فاتح، أصفر..	جوليت روز(Goliat Rose)

ثالثاً: مثال للحالة الابتدائية(Initial State)



الاحتياجات (اللون : عدد الباقات)	الموقع(Y,X)	النوع	الجناح
أحمر: 2، وردي: 1، أبيض: 1	(4, 2)	جوري	جناح 1
أحمر: 3، أصفر: 1	(3, 4)	توليب	جناح 2
أرجواني: 2، وردي: 1	(5, 4)	أوركيد	جناح 3
ذهبي: 2، وردي فاتح: 2	(2, 5)	جوليت روز	جناح 4

- المستودع : في الموقع(2, 3)
- الروبوت : يبدأ من الموقع (1, 3) ولا يحمل أي باقات في البداية

رابعاً: قواعد تحريك الروبوت

- **الحركة**

  - يتحرك الروبوت خطوة واحدة في الاتجاهات: يمين، يسار، أعلى، أسفل
  - تكلفة كل حركة = 1

- **الحمولة القصوى(Max Load)**

الحمولة القصوى للروبوت = أكبر عدد إجمالي من الباقات المطلوبة في أي جناح

في المثال أعلاه:

- الجوري: 2+1+1 = 4 باقات
- التوليب: 3+1 = 4 باقات
- الأوركيد: 2+1 = 3 باقات
- جوليت روز: 2+2 = 4 باقات

اذن الحمولة القصوى = 4 باقات

- **التحميل في المستودع(Loading)**

عندما يكون الروبوت في المستودع، يمكنه تحميل الباقات دفعة واحدة.

قيد مهم – أمام الروبوت خياران فقط:

مثال	الشرح	الخيار
جوري أحمر + توليب أحمر + أوركيد أحمر	يحمل باقات من أنواع مختلفة من الورود، بشرط أن تكون كلها من نفس اللون	الخيار أ
جوري أحمر + جوري وردي + جوري أبيض	يحمل باقات بألوان مختلفة، بشرط أن تكون كلها لنفس النوع من الورود	الخيار ب

الممنوع :تحميل باقات من نوعين مختلفين ولونين مختلفين معاً.

تكلفة عملية التحميل = 1

- **التفريغ في الجناح(Unloading)**

عندما يصل الروبوت إلى جناح معين:

- يجب تفريغ جميع الباقات المطلوبة لذلك الجناح دفعة واحدة (إذا كان يحملها)
- اذا كان يحمل احتياجات لون معين للجناح يمكنه تفريغ باقات هذا اللون في حال كان عدد الباقات التي يحملها تساوي على الاقل الاحتياجات من هذا اللون
- تكلفة التفريغ= 1

- **شرط الإنهاء(Goal State)**

- جميع الأجنحة استلمت احتياجاتها كاملة
- الروبوت لا يحمل أي باقات (عدد الباقات = 0)

خامساً: دالة التكلفة(Cost Function)

التكلفة الإجمالية = مجموع:

التكلفة	العملية
1	كل حركة (خطوة)
1	كل عملية تحميل(Load)
1	كل عملية تفريغ(Unload)

- الهدف :الوصول إلى أقل تكلفة إجمالية ممكنة

ملاحظات :

- لا يمكن تفريغ باقة لا تناسب الجناح (نوع ورد مختلف)
- إذا كان مع الروبوت أكثر من لون يناسب الجناح، يمكنه تفريغها **دفعة واحدة** بنفس التكلفة

- تكلفة عملية التفريغ = 1 بغض النظر عن عدد الباقات أو عدد الألوان التي تم تفريغها

- ليس من الضروري تفريغ جميع احتياجات الجناح في زيارة واحدة
- يمكن للروبوت أن يزور نفس الجناح عدة مرات لتفريغ ألوان مختلفة في كل مرة

المطلوب:

نمذجة نظام خبير قائم على القواعد

قم بكتابة قاعدة معرفة (Knowledge Base) باستخدام experta تشمل:

تمثيل المسألة كمسألة بحث ضمن شجرة

1- **قم بتعريف الحالة الابتدائية (Initial State) باستخدام الحقائق:**

- موقع الشبكة والمستودع
- موقع الروبوت وعدد الباقات معه
- قائمة الأجنحة واحتياجاتها (لكل جناح: نوع، موقع، احتياجات بالألوان)

2- **قواعد توليد الحالات التالية(Generate Path Rules)**

- قواعد الحركة move-right, move-left, move-up, move-down :
- قاعدة التحميل - مع مراعاة القيود
- قاعدة التفريغ - مع مراعاة التفريغ الكامل والجزئي
- .....

3- **قواعد منع انتهاك القيود(Constraint Violation Rules) لازالة الحالات التي تنتهك القيود.**

- تجاوز الحمولة القصوى
- تحميل باقات بطريقة لا تتوافق مع القيود
- محاولة تفريغ باقة لا تناسب الجناح
- الحركة خارج حدود الشبكة

4- **قواعد إيجاد وطباعة مسارات الحل(Find and Print Solution Rules)**

- قاعدة تتحقق من الوصول إلى الحالة الهدف(Goal State)
- قاعدة لطباعة مسار الحل (تسلسل العمليات المطلوبة)

5- **قواعد طباعة شجرة البحث(Print Search Tree Rules)**

- قاعدة لطباعة جميع الحالات التي تم توليدها
- ملاحظة :الاستراتيجية الافتراضية لتنفيذ القواعد في Experta هي .Recency (Depth-First)

6- إيجاد الحل الأمثل باستخدام استراتيجية(Heuristic Search) A*

باستخدام استراتيجية Priority (Salience)، قم بتعديل قواعد توليد الحالات بحيث يتم مسح شجرة البحث بالاعتماد على دالة الكلفة $f(n) = g(n) + h(n)$ حيث:

طريقة الحساب	المعنى	الرمز
عدد العمليات المنفذة (حركات + تحميل + تفريغ)	التكلفة الفعلية من البداية حتى الحالة n	$g(n)$
تحسب باستخدام دالة هيورستيك	التكلفة التقديرية المتبقية	$h(n)$