JUPITER PRIME

Consulting • Training • Advisory

جوبيتر برايم للاستشارات والتدريب

كتيّب الدورة

# دورة متقدمة في نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول

23 مايو – 3 يونيو 2027

الدوحة

info@jupiterprime.uk

**jupiterprime.uk**

مسجّلة في المملكة المتحدة والمملكة العربية السعودية

# دورة متقدمة في نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول

**المرجع:** 37_952 **التاريخ:** 23 مايو – 3 يونيو 2027 **المكان:** الدوحة **الرسوم:** GBP 11700

نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول دورة تدريبية متقدمة مدتها أسبوعين لمحللي البيانات ومديري الأصول وقادة هندسة الموثوقية، يقدم فيها المشاركون مواصفة نموذج صيانة تنبؤية موثقة لأسطول أو شبكة يديرونها. فتدفقات المستشعرات وأوامر العمل الرقمية باتت تتيح للمؤسسات توقع الأعطال قبل أن تعطل الخدمة، غير أن النماذج ضعيفة التحقق تطلق إنذارات كاذبة مكلفة. وتقدم جوبيتر برايم للتدريب دورة نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول لمختصي الموثوقية.

## لماذا يهم نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول الآن

تتشكل هذه الممارسة بثلاثة ضغوط: أصول السكك الحديدية والمياه والكهرباء والمصانع المتقادمة التي تعمل أقرب إلى حدودها، ومستشعرات مراقبة الحالة وأنظمة إدارة الصيانة التي تنتج بيانات تفوق قدرة المهندسين على فحصها، وملاك أصول يطالبون بتبرير كل تدخل بالمخاطر والتكلفة. والمؤسسة التي تنمذج الأعطال جيدا تنتقل من الصيانة الدورية إلى قرارات قائمة على الحالة وتتجنب انقطاع الخدمة، أما غيرها فتهدر قطع الغيار والعمالة ونوافذ الوصول إلى المسارات والشبكات. وتؤطر الدورة مخاطر النماذج بمعيار ISO/IEC 42001 لنظام إدارة الذكاء الاصطناعي، وإطار إدارة مخاطر الذكاء الاصطناعي NIST AI RMF NIST AI Risk Management Framework.

## المستفيدون من نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول

- المختصون الذين يحللون بيانات المستشعرات والفحوص وأوامر العمل بحثا عن أنماط الأعطال
- المختصون الذين يخططون نظم الصيانة وقطع الغيار ونوافذ الوصول لأساطيل الأصول
- المختصون الذين يملكون أهداف الموثوقية وتحقيقات الأعطال والمعايير الهندسية
- المختصون الذين يبنون نماذج التنبؤ وينشرونها في أنظمة إدارة الصيانة
- المختصون الذين يرفعون تقارير حالة الأصول ومخاطرها واحتياجاتها الاستثمارية إلى الملاك

تحقق وظيفة إدارة الأصول أكبر فائدة حين يحضر محللو البيانات ومخططو الصيانة ومهندسو الموثوقية معا، لأن نموذج الأعطال لا يغير أوامر العمل إلا إذا وثق من يبنيه ومن يجدول بناء عليه ومن يعتمد المخاطر الهندسية في الأدلة نفسها.

## قدرات نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول

يحول المشاركون إشارات المستشعرات الخام وسجلات الصيانة إلى توقعات أعطال يستطيع المخططون العمل بها والمهندسون الدفاع عنها.

- بناء متغيرات من بيانات الاهتزاز والحرارة والتيار وأوامر العمل تلتقط التدهور — هندسة الموثوقية
- تطبيق نماذج السلاسل الزمنية والبقاء والتعزيز المتدرج على العمر المتبقي ومخاطر العطل — مخططو الصيانة
- اختبار النماذج بالتحقق الزمني والاختبار الرجعي ومقاييس الخطأ المرجحة بالتكلفة — لجان الاستثمار في الأصول
- حساب المفاضلة بين الإنذارات الكاذبة والأعطال الفائتة لعتبات التدخل — مراكز التحكم التشغيلي
- تحديد نشر النماذج ومراقبتها وإعادة تدريبها داخل أنظمة إدارة الصيانة — مالكو الهندسة الرقمية
- إيصال توقعات الأعطال وعدم اليقين والإجراءات الموصى بها إلى ملاك الأصول — لجان الميزانية والسلامة

## مصطلحات نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول الأساسية

- الصيانة التنبؤية — جدولة التدخلات بناء على توقعات حالة الأصل واحتمال عطله بدلا من الفترات الثابتة أو بعد الانهيار.
- العمر المتبقي النافع — الزمن أو عدد الدورات التشغيلية المقدر المتبقي للأصل أو المكون قبل بلوغ عتبة العطل.
- تحليل البقاء — أساليب إحصائية تنمذج الزمن حتى وقوع حدث مثل العطل، مع معالجة الأصول التي لم تتعطل بعد.
- هندسة المتغيرات — تحويل سجلات المستشعرات والصيانة الخام إلى متغيرات تكشف أنماط التدهور للنموذج.
- التعزيز المتدرج — أسلوب تجميعي يبني أشجار قرار ضحلة كثيرة بالتتابع، تصحح كل منها أخطاء سابقتها.
- انجراف المفهوم — تغير العلاقة بين المدخلات والأعطال مع الزمن بما يخفض دقة النموذج المنشور.

## نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول يوما بيوم

### اليوم 1: سياق أعطال الأصول واستراتيجية الصيانة

- تحليل أنماط الأعطال وآثارها للأصول الحرجة — أين يجدي التنبؤ
- نظم الصيانة التفاعلية والوقائية والقائمة على الحالة والتنبؤية — اختيار الاستراتيجية
- أنماط أعطال العربات والمسارات في السكك الحديدية — مثال قطاعي
- أنماط أعطال المضخات والمحولات والأنابيب في المرافق — مثال قطاعي
- خط الأساس لتكلفة الصيانة وزمن التوقف — نقطة انطلاق حالة الأعمال

### اليوم 2: أسس بيانات المستشعرات والصيانة

- مستشعرات مراقبة الحالة ومعدلات أخذ العينات — ملاءمة الإشارات
- تنقية أوامر العمل ورموز الأعطال — تسميات أحداث موثوقة
- مواءمة التسلسل الهرمي للأصول وسجلها — ربط مصادر البيانات
- السجلات المفقودة والمشوشة والمحجوبة — قرارات إصلاح البيانات
- معمارية مسار البيانات من الطرف إلى مستودع التحليلات — خيارات زمن الاستجابة

## اليوم 3: هندسة المتغيرات لرصد التدهور

- الإحصاءات المتحركة ومتغيرات الاتجاه — التقاط التآكل التدريجي
- متغيرات الاهتزاز في نطاق التردد — أعطال المحامل وصناديق التروس
- متغيرات سياق التشغيل من حمل وطقس ودورة عمل — توحيد السلوك
- متغيرات تاريخ الصيانة — أثر التدخلات السابقة
- اختيار المتغيرات وفحص التسرب — إشارات تنبؤية نزيهة

## اليوم 4: نماذج التنبؤ بالسلاسل الزمنية

- التفكيك الكلاسيكي ونماذج ARIMA الأساسية — توقعات مرجعية
- الشبكات العصبية التكرارية والتلافيفية الزمنية — خيارات تعلم التسلسلات
- التنبؤ متعدد المتغيرات من المستشعرات — إشارات تدهور مترابطة
- كشف الشذوذ في تدفقات المستشعرات — إنذارات أعطال مبكرة
- اختيار أفق التنبؤ — مواءمة زمن الإنذار مع دورات التخطيط

## اليوم 5: نماذج البقاء والعمر المتبقي النافع

- منحنيات Kaplan-Meier ودوال الخطر — ملامح موثوقية الأسطول
- نماذج Cox للمخاطر النسبية — آثار عوامل الخطر
- نمذجة العمر بتوزيع Weibull — فترات استبدال المكونات
- انحدار العمر المتبقي النافع — توقعات لكل أصل
- معالجة البيانات المحجوبة والمبتورة — تقديرات عمر غير متحيزة

## اليوم 6: التعزيز المتدرج والأساليب التجميعية

- الأشجار المعززة تدرجيا لتصنيف الأعطال — ترتيب مخاطر الأصول
- ضبط المعاملات الفائقة والإيقاف المبكر — استقرار النموذج
- معالجة عدم توازن الفئات للأعطال النادرة — أخذ العينات والترجيح
- تفسيرات SHAP لمحركات مخاطر الأصول — ثقة المهندسين
- المقارنة بين عائلات النماذج — اختيار المرشح للإنتاج

## اليوم 7: التحقق وعتبات القرار

- التقسيم الزمني للتدريب والاختبار والاختبار الرجعي — أداء واقعي
- مقاييس الدقة والاستدعاء وزمن الإنذار المسبق — الصلاحية لأغراض الصيانة
- مصفوفات الالتباس المرجحة بالتكلفة — تقييم الإنذارات الكاذبة والأعطال الفائتة
- تحسين عتبات التدخل — الموازنة بين عبء العمل والمخاطر
- هيكل تقرير التحقق — أدلة للاعتماد الهندسي

## اليوم 8: النشر في تخطيط الصيانة

- دمج النموذج مع أنظمة إدارة الصيانة — طلبات عمل آلية
- مسارات التقييم والاستدلال على الطرف — خيارات زمن الاستجابة
- لوحات المخططين وتصميم التنبيهات — توصيات قابلة للتنفيذ
- تحسين قطع الغيار ونوافذ الوصول من التوقعات — جدولة الموارد
- حلقات المراجعة البشرية لتنبيهات النموذج — قواعد تجاوز المهندس

## اليوم 9: مراقبة النماذج والانجراف ومخاطر النماذج

- كشف انجراف المفهوم وانجراف البيانات — محفزات إعادة التدريب
- تتبع الأداء مقابل الأعطال الفعلية — أدلة المنافع
- إدارة نسخ النماذج وسجلات التغيير — الجاهزية للتدقيق
- ضوابط ISO/IEC 42001 وNIST AI RMF — المساءلة عن مخاطر النماذج
- واجهات ملف السلامة للنماذج التنبؤية — التوكيد الهندسي

## اليوم 10: ممارسة مواصفة نموذج الصيانة التنبؤية الموثقة

- تطبيق هندسة المتغيرات على بيانات أصول المشارك — اختيار الإشارات
- تطبيق اختيار عائلة النموذج على نمط العطل — قرار الأسلوب
- تطبيق الاختبار الرجعي على الأعطال التاريخية — أدلة التحقق
- تطبيق تحديد العتبات على قيود التخطيط — قواعد التدخل
- تجميع مواصفة نموذج الصيانة التنبؤية الموثقة — البيانات والنموذج والتحقق والنشر

## تطبيق نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول بعد الدورة

- إجراء اختبار رجعي لنموذج أعطال قائم على التعزيز المتدرج على سجل أوامر العمل الحديث لفئة أصول واحدة، ورفع الدقة والاستدعاء وزمن الإنذار المسبق إلى مدير تخطيط الصيانة.
- عقد جلسة لتحديد العتبات المرجحة بالتكلفة مع المخططين ومهندسي الموثوقية للاتفاق على متى يتحول تنبيه النموذج إلى طلب عمل.

## أسئلة حول نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول

### ما نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول، ولماذا تهم الآن؟

هي نماذج تعلم آلة وإحصاء تتوقع تدهور الأصول وأعطالها من بيانات المستشعرات والصيانة. وتهم الآن لأن الشبكات والمصانع المتقادمة تواجه ميزانيات أضيق، وبيانات الحالة باتت تسمح بتوجيه التدخلات قبل أن تعطل الأعطال الخدمة.

### من يستفيد أكثر من تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول؟

يستفيد مختصو الموثوقية والتحليلات ذوو الخبرة أكثر من غيرهم: محللو البيانات ومخططو الصيانة ومهندسو الموثوقية ومديرو الأصول. وتستفيد إذا كنت تبني نماذج الأعطال أو تجدول الصيانة بناء عليها أو تسأل عن جاهزية الأصول وتكلفتها.

### كيف تختلف الدورة المتقدمة في نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول عن دورة عامة في تعلم الآلة؟

تطبق كل أسلوب على قرارات التدهور والأعطال والصيانة. فالدورة العامة تستخدم بيانات عامة، أما هذه الدورة فتعالج متغيرات المستشعرات ونماذج البقاء والتحقق المرجح بالتكلفة والنشر في أنظمة إدارة الصيانة لأصول السكك الحديدية والمرافق.

### ماذا تعود به من تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول؟

تعود بمواصفة نموذج صيانة تنبؤية موثقة. وتحدد الأصل ونمط العطل ومصادر البيانات والمتغيرات والنموذج المختار وأدلة الاختبار الرجعي وعتبات التدخل وترتيبات النشر والمراقبة.

## نماذج الذكاء الاصطناعي التنبؤية لصيانة الأصول: الطريق إلى الأمام

توجه مواصفة نموذج الصيانة التنبؤية الموثقة أولا قرار انتقال فئة من الأصول من الصيانة بفترات ثابتة إلى طلبات عمل قائمة على الحالة. ويستخدمها مهندسو الموثوقية لاعتماد العتبات، والمخططون لجدولة التدخلات، والمحللون لنشر النموذج ومراقبته. وبعد أول موسم صيانة تستحق محفزات الانجراف المراجعة، لأن المكونات الجديدة ودورات العمل تغير سلوك الأعطال.