٩٩

التشخيص المتقدم والذكاء الاصطناعي

Advanced Deagnostics and Artificial Inlelligence

Donald F. Blumberg
President, D. F. Blumberg & Associates, Inc., Fort Washington, PA

كان هناك على مدى العقد الماضي ازدياد كبير في تطوير وتطبيق واستخدام التشخيص المتقدم وتكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الخدمة الميدانية. وفي الواقع فقد أظهرت البحوث التي أجريت في أوائل الثمانينيات من القرن الماضي أن تشخيص مشاكل الخدمة يمكن أن يؤدي إلى تجنب ما بين ٣٠٪ و ٣٥٪ من جميع طلبات الخدمة الميدانية في الموقع، وأنه يمكن للتقييم المتعمق للتشخيص أن يقلل كثيراً من عدد طلبات الخدمة الميدانية "الضعيفة" من خلال الإيفاد والتعيين الأكثر ذكاءً لمهندسي قطع الغيار والخدمة (Blumberg، ١٩٨٤). لقد كان هناك قدر كبير من العمل منذ ذلك الاكتشاف بهدف تطوير وتطبيق تكنولوجيا التشخيص المتقدم في مجال صناعة الخدمات. وهذا ما يُظهر القيمة الكبيرة لدراسة كلاً من أخر التطورات الحالية والخبرة في تطبيق واستخدام تكنولوجيا تشخيص المشاكل ووضع الحلول لها في صناعة الخدمات الميدانية لتجهيزات الصحة، والاستكشاف العملي لكل من حالات النجاح والفشل للذكاء الاصطناعي والتشخيص المتقدم عن بعد ومنهجية دعم القرار في الخدمات. يُقدم هذا التقرير موجزاً عن هذا التحليل.

لمحة شاملة عن آخر التطورات العامة في التشخيص عن بعد

An Overview of the General State-of-the-Art in Remote Diagnostics

عادة ما يكون دور الذكاء الاصطناعي (AI) والتشخيص عن بعد في بيئة الخدمات جزءاً من العملية الشاملة لإدارة الطلبات وتعتمد على الاستخدام الإستراتيجي لطرائق الحصول على المعلومات والبيانات لتحديد وعزل وتحليل وتشخيص وتقييم العطل داخل وحدةٍ ما من الجهاز أو النظام. يكمن الهدف في زيادة كفاءة تخصيص وتوقيت الموارد ذات التوجه الخَدمي ورفع إنتاجية قوة الخدمة وجاهزية التجهيزات من خلال الاستخدام والنشر

الفعال لموظفي الخدمة وقطع الغيار لدعم هدف الجاهزية. يعتمد تحسين الأداء في وظيفة الخدمة على الحصول على التكنولوجيا الأكثر كفاءةً لإيجاد وتحديد وعزل وتوقُّع وإصلاح عطلٍ ما أو عطلٍ محتمل. يحتاج ذلك إلى مُنظمة خدمة على درجة من التطور بحيث تستغل وبالكامل المنافع المتاحة والمحتملة من عملية الصيانة التشخيصية بعمقٍ تكنولوجي.

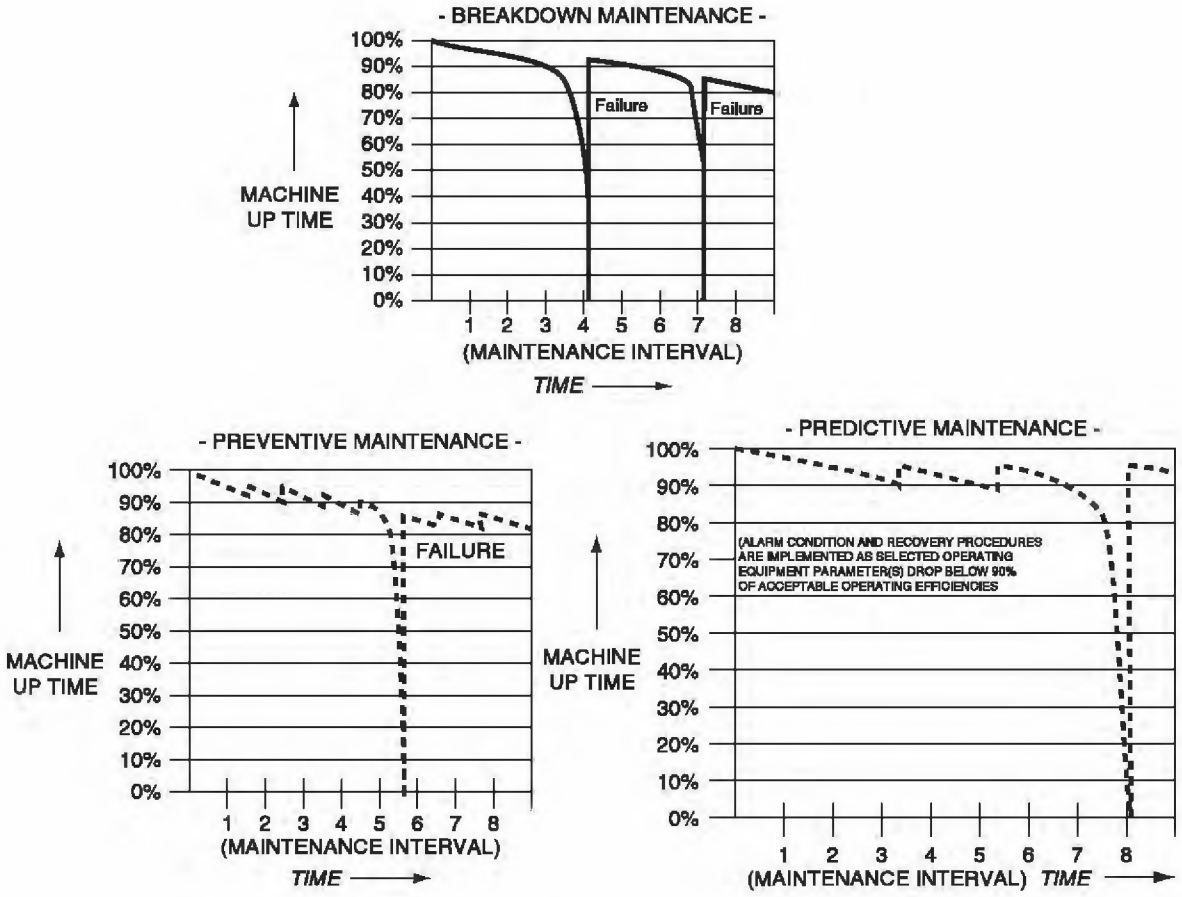
يمكن تحسين إنتاجية الخدمة بصفة عامة بأربع طرق:

- تحسُّب الأعطال المستقبلية المحتملة من خلال الصيانة التنبؤية والوقائية للشروع في العمل الميداني مما يؤدي إلى تجنب حالات الطوارئ والإخفاقات غير المتوقعة
- تقليل أو إلغاء طلبات الخدمة الفعلية في الموقع من خلال التشخيص الأكثر كفاءةً للمشاكل والأعطال استجابةً للطلبات الطارئة وقبل إرسال الدعم الفني استجابةً لطلب الطوارئ.
- استخدام التشخيص المُطوَّر من أجل تحسين عملية إرسال الدعم الفني إلى الموقع استجابةً إلى طلب الخدمة وذلك من خلال تحديد مستويات الحرفة والمهارة وقطع الغيار المطلوبة
- تقليل زمن الإصلاح في الموقع من خلال التحديد السريع للمشكلة الفعلية

تتمثل المسألة الأساسية في الحصول على المعلومات اللازمة لتشخيص وصقل قرار طلب الخدمة واستخدام هذه المعلومات كجزء من عملية التعامل مع الطلبات وذلك قبل الشروع فعلاً بزيارة كادر الخدمة إلى الموقع. تُمثل طرائق الحصول على البيانات ووسائل معالجتها وتقديمها التركيز التكنولوجي للذكاء الاصطناعي والتشخيص عن بعد المستخدم حالياً في الخدمة. في هذا السياق، فإن قابلية المحافظة على قاعدة البيانات هي القضية الأكثر خطورةً من حيث استخدام قواعد المعرفة التشخيصية. ومع تزايد تعقيد قواعد المعرفة هذه نتيجةً لإدراج البيانات المستمرة اللاحقة فإن قابلية المحافظة على هذه الأنظمة تُصبح عاملاً رئيسياً. يجب بناء قواعد المعرفة بحيث تضمن معلومات تشخيصية موثوقة ضمن حدود نظام الصيانة.

على هذا النحو، كلما كان بالإمكان تحويل قاعدة المعرفة لتُصبح أكثر كثافةً وتفصيلاً (بما يتناسب مع التكاليف التي يتم تحملها) كان ضمان قابلية المحافظة عليها أقوى. يمكن تطبيق ذلك من حيث صيانة الأعطال/الإصلاح الطارئ والصيانة الوقائية والصيانة التنبؤية.

في الممارسة التقليدية المتمثلة في صيانة الأعطال وإصلاح الطارئ (الشكل رقم ٩٩.١) فإنه عادة ما يتم الحصول على المعلومات التي يتم استخدامها لتشخيص عطل الجهاز أو النظام بأثر رجعي. تشمل التكاليف المرتبطة بعملية صيانة الأعطال والإصلاح الطارئ على الخسائر غير المتوقعة للإنتاج والتكاليف ذات الصلة بمخزون الإنتاج الراكد والتبديد والتخصيص الخاطئ للحرف والقوى العاملة وزمن توقف وعطب الآلات المرتبط بالعطل الأولي.



الشكل رقم (٩٩,١). مثال توضيحي لتأثير إجراءات الصيانة والإصلاح على جاهزية التجهيزات.

توفر الصيانة الوقائية (وهي صيانة مُجدولة في فترات زمنية منتظمة) مستويات عالية من الحماية ضد الأعطال الذريعة للتجهيزات (الشكل رقم ٩٩,١)، ومع ذلك فإنها قد تُشكل تكاليف غير معقولة نظراً لإسناد قطع غيار أو فحوص دقيقة في الوقت الذي تكون فيه التجهيزات تعمل ضمن بارامترات التشغيل المرجوة. كما يمكن أن تتزايد تكاليف القوى العاملة بشكلٍ كبير بسبب نهج الصيانة الوقائية. عادة ما تؤخذ المعلومات المستخدمة في تصميم الجدول الزمني للصيانة الوقائية من بيانات التصميم الأصلي ومواصفات الصيانة للشركة المصنعة. يمكن للمهندس المسئول عن الصيانة بالحالات الجيدة أن يقوم بتخفيف جداول الصيانة الوقائية بموجب خبرته الشخصية.

أما الصيانة التنبؤية فهي صيانة مُقيدة بحالات تشغيل التجهيزات. تُقدَّم الخدمة عندما تُظهر حالة تشغيل الجهاز أنها تتجه نحو الفشل الذريع. تعتمد أساليب مراقبة الحالة على مدى أهمية التجهيزات ووظيفتها والقدرة على

تطبيق الحساسات لمراقبة الحالات والقدرة على توصيل تلك البيانات وحجم المعلومات التي يجب تفسيرها لاتخاذ قرار الخدمة والتنبؤات الوافية بالغرض.

إن الأداة الرئيسية للحصول على معلومات دقيقة في الصيانة التنبؤية هي استخدام تقنيات مُراقبة الحالة لتقييم "الحالة الصحية" لتشغيل قطعة معينة من التجهيزات أو نظام التجهيزات. عادة ما تَستخدم مراقبة الحالة تدابير مثل:

- تحليل الاهتزاز (تحليل طيف فوريه السريع).
- درجة الحرارة.
- تدفق/حجم الموائع.
- الضغط.
- تقلبات التيار الكهربائي.

يمكن للصيانة الوقائية والتنبؤية أن توفر الخدمات عندما لا تكون مطلوبة مما يزيد من تكاليف خدمة التجهيزات. في حين أن منهج مراقبة الحالة يتطلب تكلفة لتنفيذ جهاز المراقبة، إلا أنه يمكن أن يُحسن الاستفادة من الخدمات لدرجة كبيرة من خلال تقديم الصيانة والإصلاح فقط عند الضرورة القصوى من أجل الحفاظ على سلامة وجاهزية التجهيزات. تعمل الصيانة الوقائية والتنبؤية على العموم بشكلٍ أفضل بالنسبة للتجهيزات الميكانيكية والكهروميكانيكية التي تفشل تدريجياً. يعمل "الإصلاح وفقاً للطلب" (demand repair) على نحو أفضل بالنسبة للتجهيزات التي يمكن أن تكون بإحدى حالتين: حالة العمل أو حالة العطل.(أي التكنولوجيا الإلكترونية).

يتم الاستخدام الفعلي لأدوات وممارسات التشخيص عن بعد في الخدمة بشكلٍ متسق في أماكن عدة داخل البُنية الكاملة لعملية طلب الخدمة.

- يُعتبر مركز المساعدة التقني (TAC) آلية التشخيص الأكثر شيوعاً. عادة ما يتوفر في الـ TAC فريق عمل من الخبراء مُستكمل بالوثائق التقنية وربما إمكانية الوصول إلى الأنظمة المُستندة إلى التشخيص. يُزوِّد الـ TAC المستخدمين النهائيين بالأسلوب الأولي للتعامل مع الطلبات كما يُنفذ أي توجيه يُساعد في تفادي الطلب (على سبيل المثال، التحدث مع المستخدم النهائي عن خطوات الحل أو إرسال قطع غيار يتمكن المستخدم من تبديلها ، أو البدء عند اللزوم بإجراءات التقدم بطلب الخدمة).

عادة ما يحتوي نظام الإدارة العام للطلبات الذي يعمل بالتشخيص عن بعد على:

- مكتب (أو مكاتب) مساعدة أو مراكز إدارة للطلبات.
- مراكز المساعدة التقنية (TACs) المُرتبطة بمكتب المساعدة.

- شبكات محلية(LANs) متصلة مع محطات العمل الفردية في كل من مكتب المساعدة/مركز الطلبات والـ TAC.

هناك ضرورة لوجود خمسة وحدات وظيفية عامة عند وضع نهج متكامل لإدارة الطلبات وأنظمة الـ TAC وتشمل:

١- وحدة إدارة التهيئة من أجل الضبط العام للشبكة حيث إنها توفر القدرة على تحديد عناصر الأجهزة/البرمجيات الموجودة على الشبكة وتحديد مكانها.

٢- وحدة كشف الأعطال حيث توفر القدرة على تفحص معلومات الشبكات المحلية ووحدات تحكم الكمبيوتر الشخصي والأجهزة الأخرى من خلال استخدام وسائل التشخيص المتكاملة.

٣- وحدة تتبع المشاكل وتحليل الاتجاهات حيث توفر القدرة على تتبع كل الفعاليات والاستجابات الداعمة وفقاً لتكوينها وكذلك تحديد الاتجاهات طويلة الأجل في المشاكل أو طلبات الخدمة.

٤- وحدة ضبط البرمجيات حيث توفر القدرة على دعم عملية تحميل البرامج الجديدة وضبط تحسينات النظام وتطبيق ضبط إصدار البرمجيات.

٥- وحدة الموارد الطرفية المشتركة والمتناسقة حيث تحتفظ بتتبع كامل لحالة إعداد التقارير والطباعة في النظام.

من خلال دراسة تهيئة وحاجة العملاء النموذجيين إلى الخدمة والبيئة التجارية التي تعمل فيها الخدمة، فإن المرء يلاحظ إن مجموعة متنوعة من الطلبات التي ترد تكون تابعة لمرحلة ودورة حياة الدعم للنظام وإلى اتساع وتطور النظام وحجم انتشار النظام والتعليم والتدريب ومستوى التطور التقني لمجموعة المستخدمين.

تُصنف المرتبات العامة لطلبات خدمة العملاء (الشكل رقم ٩٩,٢) وفقاً للفئات التالية:

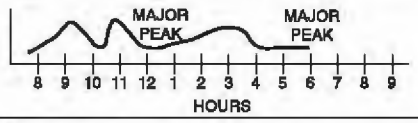
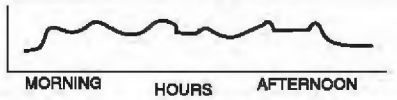
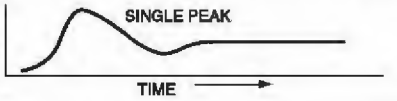
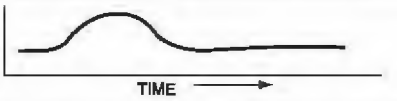
- نوع ٠ (Type 0): طلبات تصميم ومواصفات وتكامل الأنظمة.

تميل هذه الطلبات إلى أن تكون ذات صلة بالمتطلبات الجديدة أو المستجدة وغالباً ما تكون عشوائية في طبيعتها وهي عادة من نفس نوع الطلبات التي يمكن أن تحدث أثناء المراحل المبكرة جداً لمشروع تنفيذ النظام.

- النوع الأول (Type 1): التثبيت.

وهي الطلبات المُحددة والعامة للعملاء والمتعلقة بالبداية الفعلية للنظام. تحدث هذه الطلبات عند نقطة التثبيت بعد الموافقة على النظام وبعد تصميمه وتكامله. غالباً ما تتعلق هذه الطلبات بالجدول الزمني للتنفيذ والتركيب والتدريب الأولي والاهتمامات بخصوص فاعلية النظام.

- النوع الثاني (Type 2): طلبات خدمات الصيانة والإصلاح.

TYPE	SERVICE	LIFE CYCLE TIME FRAME	LIFE CYCLE PATTERN
0	DESIGN / CONSULTATION	MONTHS	
1	INSTALLATION / DELIVERY	MONTHS/ DAY	
2	OPERATIONAL, MAINTENANCE AND REPAIR	DAYS	
3	INSTRUCTIONAL, "HOW TO" AND GENERAL QUESTIONS	DAYS	
4	NETWORK	DAYS	
5	MOVES, ADDS, CHANGES	MONTHS	

الشكل رقم (٩٩,٢). أنماط الطلبات وفقاً للنوع.

يشمل الطلب النموذجي للعميل في هذه الفئة على احتياجات من أجل خدمات الصيانة والإصلاح بسبب فشل الجهاز أو فشل البرمجيات أو مزيج من الأعطال في الأجهزة والبرمجيات. لا تُعتبر هذه الطلبات فقط حرجة للغاية، بل إنها أيضاً تميل لأن تكون من الطلبات التي يُنظر إليها من قبل معظم منظمات الخدمة على أنها النوع الرئيسي من أنواع طلبات الخدمة. ومع ذلك، يختلف نمط ورود الطلبات في النوع الثاني عن أنماط الأنواع الأخرى من الطلبات كما تختلف آليات الاستجابة.

- النوع الثالث (Type 3) : طلبات العملاء التعليمية و المتعلقة بكيفية القيام بعملٍ ما "How to"

وهو صنف جديد من متطلبات واحتياجات العملاء ينشأ نتيجةً لازدياد تطور الأنظمة وحقيقة أن عدد متزايد من الأنظمة يتم استخدامها في "الزمن الحقيقي" من قبل موظفين غير تقنيين ونتيجةً لعدم شمولية أو تعمق التعليمات الأولية عند نقطة التثبيت كما تتعلق هذه الطلبات بأسئلة المستخدم بشأن تطبيق واستخدام التجهيزات أو قد تكون بسبب عدم توفر الخبرة لدى المستخدم أو عدم فهم المستخدم للتطبيق المحدد أو العام للجهاز.

تميل طلبات العملاء التعليمية و المتعلقة بكيفية القيام بعملٍ ما إلى أن تكون ذات أهمية حاسمة بالنسبة لعملية تقديم الخدمات الشاملة للمستخدم، ولكن من المهم أيضاً تجنب الخلط بين طلبات النوع الثالث مع طلبات النوع

الثاني باعتبار أن الآليات ونهج التقديم وأفضل آليات المعالجة تختلف تماماً. بالإضافة إلى ذلك، تميل العديد من منظمات الخدمة إلى اعتبار أن طلبات النوع الثالث "غير ذات أهمية" أو الأسوأ من ذلك بأنها "ليست من مسئوليتها". ولكن من وجهة نظر المستخدم فإن هذه الطلبات لا تقل أهميةً وخطورة عن طلبات النوع الثاني.

- النوع الرابع (Type 4) : طلبات متعلقة بالشبكة

وهي فئة جديدة من طلبات العملاء التي تحدث الآن نتيجةً لزيادة انتشار الشبكات المحلية (LANs) والشبكات واسعة المجال (WANs) المتطورة، وهي طلبات تتعلق بفشل الشبكة ككل أو عناصر منها.

غالباً ما يتم النظر إلى هذه الطلبات من قبل المستخدم/العميل على أنها طلبات من النوع الثاني أو النوع الثالث بسبب عدم قدرة المستخدم العام (لاسيما في النمط الموزَّع) على تحديد أن السبب وراء مشكلته إذ يمكن أن يكون إما فشل في الشبكة أو في وحدته الخاصة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لمنظمة الخدمة أن تُخطئ تفسير هذه الطلبات على أنها من "النوع الثاني" إلا إذا توفرت عملية تقييم مُحدَّدة ذات توجه نحو الشبكة ونحو الفحص التقني. من حيث الجوهر يمكن للفشل في الشبكة المحلية أو الواسعة أن يتسبب بعدد كبير جداً من الطلبات من النوع الثاني من قبل المستخدمين الفرديين. يمكن لـ "نظام بيانات ذاتي التنظيم لحل المشاكل" أن يُبين بشكلٍ سهل نسبياً ما إذا كانت هذه السلسلة السريعة من الطلبات الواردة هي في الواقع ذات صلة بالشبكة حيث يمكنه أن يُشير "flag" إلى مثل هذه الطلبات من أجل تجنب المزيد من العمل الذي يحاول إصلاح جهازٍ فشل في عمله بسبب عطل في الشبكة وليس بسبب عطل في الجهاز ذاته. يجب على منظمة الخدمة أن تكون قادرة على التعرف على هذه المشكلة بأنها متعلقة بالشبكة ويجب عليها أن توجه تركيزها نحو إصلاح الشبكة لكي تتجنب خطر إغراقها بطلبات النوع الثاني والنوع الثالث غير الدقيقة من المستخدمين الفرديين.

- نوع الخامس (Type 5) : التنقلات والإضافات والتغييرات (MAC) والتحسينات الميدانية

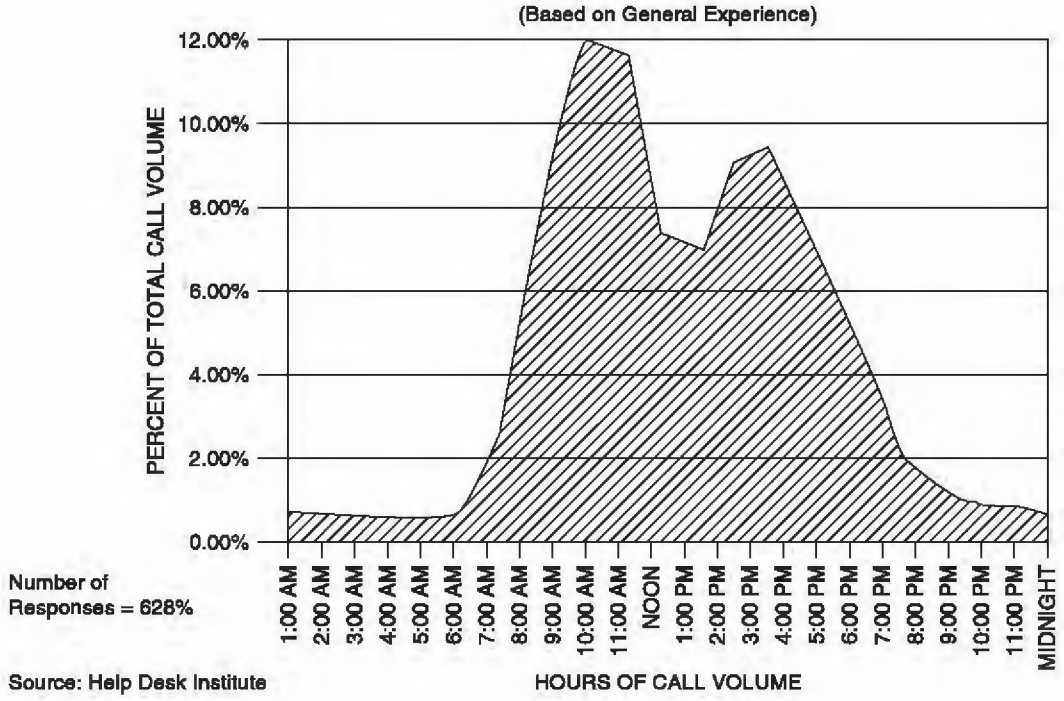
يتم توليد هذه الطلبات عادة نتيجةً لتغيير في بيئات الأنظمة و/أو احتياجات المستخدمين. إنها بهذا المعنى تميل إلى أن تكون مشابهة جداً للطلبات من النوع ٠.

أما الخيار الآخر فهو أن تكون هذه الطلبات ذاتية التوجيه نتيجةً للنمط أو للتحليل والتقييم الإحصائي للطلب المترافق مع الطلبات من الأنواع الثاني والثالث والرابع والتي تميل إلى أن تملي الحاجة إلى وجود مهندس ميداني يقوم بتغييرات أو تعديلات في الأجهزة أو البرمجيات أو هيكلية وطوبولوجيا الشبكة في الميدان من أجل تقليل أو إلغاء أنواع معينة من المشاكل في المستقبل.

إن صفة نمط المطالب الإجمالية لهذه الطلبات هي على العموم محددة بشكلٍ جيد. كما هو مُبين في الشكل رقم (٩٩,٣) يمكن التنبؤ بنمط المطالب الإجمالية لجميع الطلبات على أساسٍ يومي.

آخر التطورات في التشخيص عن بعد Remote Diagnostics State of the Art

تَوجَّه تركيز العمل في مجال التشخيص المتقدم عن بعد والذكاء الاصطناعي في صناعة الخدمات الميدانية إلى استخدام تقنيات اتخاذ القرار ذات التوجه الخبير اعتماداً على النماذج أو الإجراءات ذات القواعد أو الموجهة. كان هناك توسع آخر لمجموعة التكنولوجيا هذه في السنوات القليلة الماضية لتشمل الأنظمة والإجراءات ذاتية التنظيم وكذلك تطبيق منهجيات جديدة لتخزين واسترجاع البيانات الذكية. يمكن الآن وصف العملية العامة في النموذج المُبين في الشكل رقم (٩٩,٤).

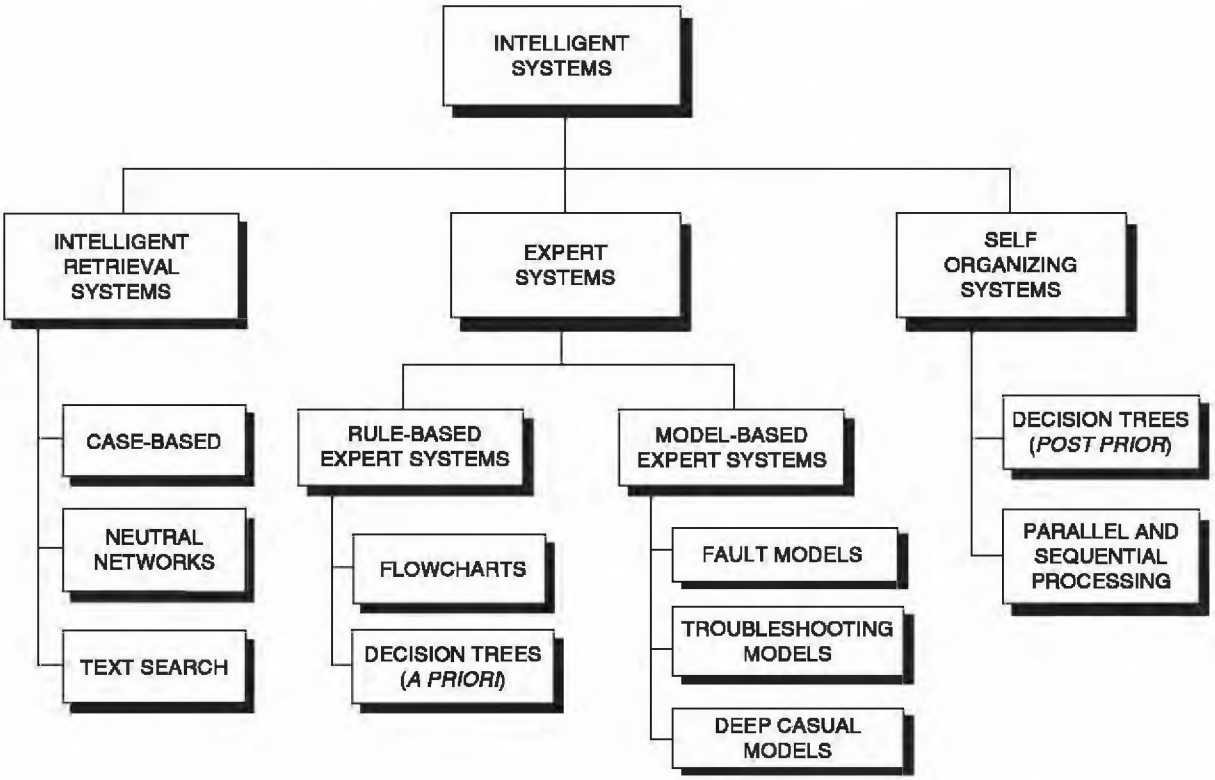


الشكل رقم (٩٩,٣). النمط العام لحجم طلبات الخدمة وطلبات "مكتب المساعدة" بالساعة (بالنسبة المئوية) في مؤسسة مكتب مساعدة لمنطقة واحدة.

كما هو مُبين في الشكل رقم (٩٩,٤) تتميز الأنظمة الاستشارية التشخيصية عن بعد والفعالة والواضحة بوجود آليات محددة كثيرة تشمل أنماط الفشل العامة وأنماط لكشف الأعطال وأنماط عارضة عميقة. فيما يلي توضيح للاختلافات بين هذه المناهج:

- تُظهر أنماط الفشل العامة كل سبل الفشل في الجهاز والربط العرَضي بينها. يُرفَق مع كل حالة فشل المعلومات المتعلقة بالاختبارات والإصلاحات القابلة للتطبيق. لقد تبين أن هذا النهج قد لا يكون مفيداً للغاية بالنسبة لتشخيص إصلاحات المنتجات والتكنولوجيات الجديدة.

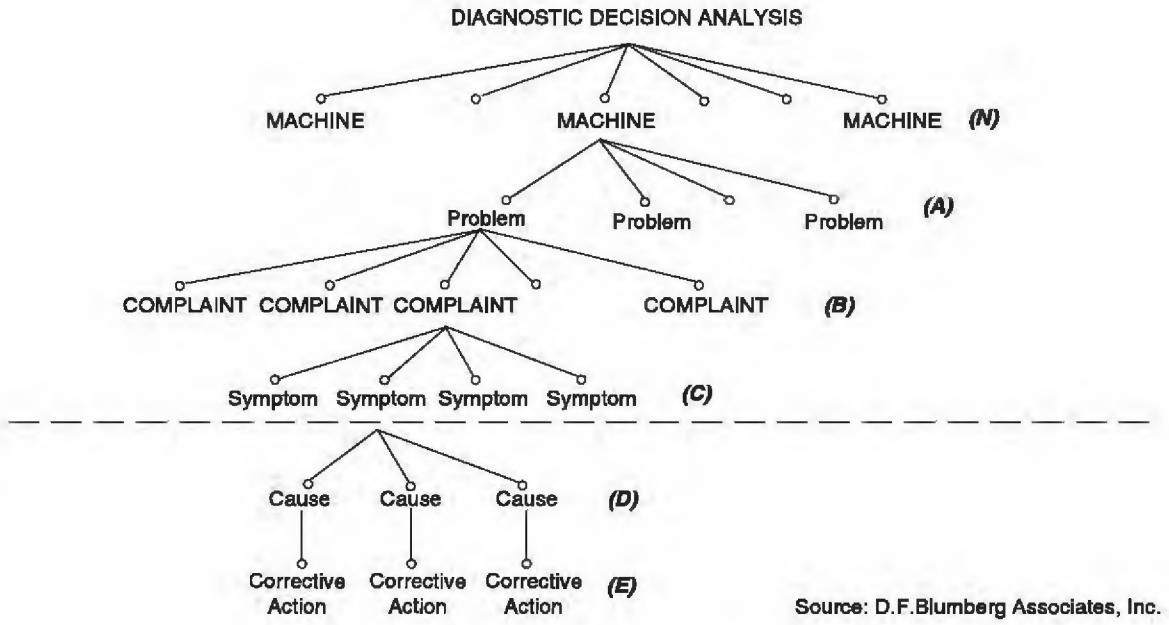
- عادة ما تكون أنماط كشف الأعطال أنماط فشل مُضخَّمة تتبع نمط الفشل العام المذكور آنفاً ولكنها أيضاً تصف كيفية تعديل إستراتيجية تشخيص الفشل في ظل ظروف معينة. تُضيف أنماط كشف الفشل بصفة عامة منطق "إذا كان - فإن" إلى نمط الفشل القياسي لدعم تحليل الإصلاح.
- تصف الأنماط العارضة العميقة طريقة البناء والتجميع الفعلي للوحدة التي تخضع للإصلاح. تصف قاعدة المعرفة الطريقة التي تم بموجبها تجميع الجهاز والعلاقات بين مكوناته وترجيح لآلية فشل كل قطعة كما تولد إستراتيجية لكشف الأعطال على أساس هذه العلاقات. غالباً ما تُستخدم هذه الأنماط عندما تكون التجهيزات التي يتم تشخيصها جديد أو معقدة جداً أو عندما لا تتوفر أي إستراتيجية كشف أعطال فعالة بشكلٍ كافٍ.



الشكل رقم (٩٩,٤). نظرة عامة لأنواع البيانات وأنظمة التشخيص الذكية المستخدمة في مكتب المساعدة/TAC.

بالإضافة إلى الأنظمة الخبيرة التي تعتمد على النماذج هناك أنظمة خبيرة تعتمد على القواعد وتشمل إما مخططات انسيابية أو قواعد إجرائية يمكن أن تستخدم لتشخيص حالة إصلاح مُعينة أو استخدام تكنولوجيا شجرة القرارات. يعتمد مفهوم شجرة القرار والموضح في الشكل رقم (٩٩,٥) على استخدام بُنية شبيهة بالشجرة تربط الآلات أو المنتجات إلى الشكاوى ثم الأعراض ثم الأسباب ثم في نهاية المطاف إلى توصيات الإجراءات

التصحيحية. يمكن القيام بمثل هذا النوع من التحليل قبل إتمام أي نوع من أعمال الإصلاح (أي، a priori) من قِبل مُهندسي الموثوقية ومهندسي الصيانة وذلك من أجل بناء علاقات "الشجرة" و "الفروع" دون التجربة الفعلية. يمكن بدلاً من ذلك تأسيس طريقة التعامل مع الطلب وإرسال الدعم الفني وإنهاء الطلب بالاستفادة من نفس بُنية شجرة القرارات على أساس ما بعد الحدث (post priori). يمكن القيام بذلك بسهولة بربط معلومات طلبات الخدمة الواردة من حيث المُنتج المُحدَّد أو الآلة المُحدَّدة ذات الصلة بالشكاوى والأعراض ومن ثم في نهاية المطاف ربط هذه المعلومات إلى إنهاء طلب مُحدد يربط السبب بالأعراض والإجراءات التصحيحية النهائية الأفضل التي تؤدي إلى الإصلاح.



الشكل رقم (٩٩,٥). البُنية الأساسية لشجرة تحليل قرار التشخيص.

يمكن من حيث المضمون بناء أشجار القرارات قبل أعمال الإصلاح من خلال تحليل الموثوقية أو عن طريق تحليل الهندسة المعاكسة. يتم استخدام هذه الأشجار في هذه الحالة في سياق النظام الخبير المستند إلى القواعد. كما يمكن أن تكون هذه الأشجار مدمجة في عملية التعامل مع الطلبات لبناء أشجار قرارات فعلية استناداً إلى بيانات الطلبات المُنتهية والمغلقة وذلك في سياق نهج التنظيم الذاتي. كما ركزت آخر تطورات تصميم وتطبيق الأنظمة ذاتية التنظيم على المعالجة المتوازية والمتسلسلة واستخدام مزيج من المنطق والهايبرتكست والمعالجة المتوازية للوصول إلى الحل نفسه كما استُخدمت في منهج شجرة القرار طريقة الـ post priori الموصوفة سابقاً.

إن المجال الرئيسي الثالث للتكنولوجيا المُطبقة في التشخيص هو الاستفادة من الأنظمة الذكية المُطورة حديثاً لاسترجاع البيانات. تُحاول هذه النهج استخدام تكنولوجيا الكومبيوترات عالية السرعة للبحث في الملفات الموجودة عن حلول تستند إلى الحالات والمتشابهة في طبيعتها إلى التشخيص الذي يتم تنفيذه أو الاستفادة من الشبكات العصبونية التي تقوم بالبحث عالي السرعة باستخدام الهايبرتكست.

تُحاول النهج الثلاثة كلها الاستفادة من البيانات التاريخية المُجمَّعة لتقديم المعلومات الصحيحة والمناسبة لمُقدم الإصلاح سواء كان ذلك على الصعيد المركزي أو في الميدان. في الخلاصة، تشمل أخر التطورات على نوعين عامَّين للبُنية (أي أنظمة استشارية استرجاعية وأنظمة استشارية تشخيصية) ونوعين من أنظمة التشخيص الواضحة (أي النظم الخبيرة والأنظمة ذاتية التنظيم).

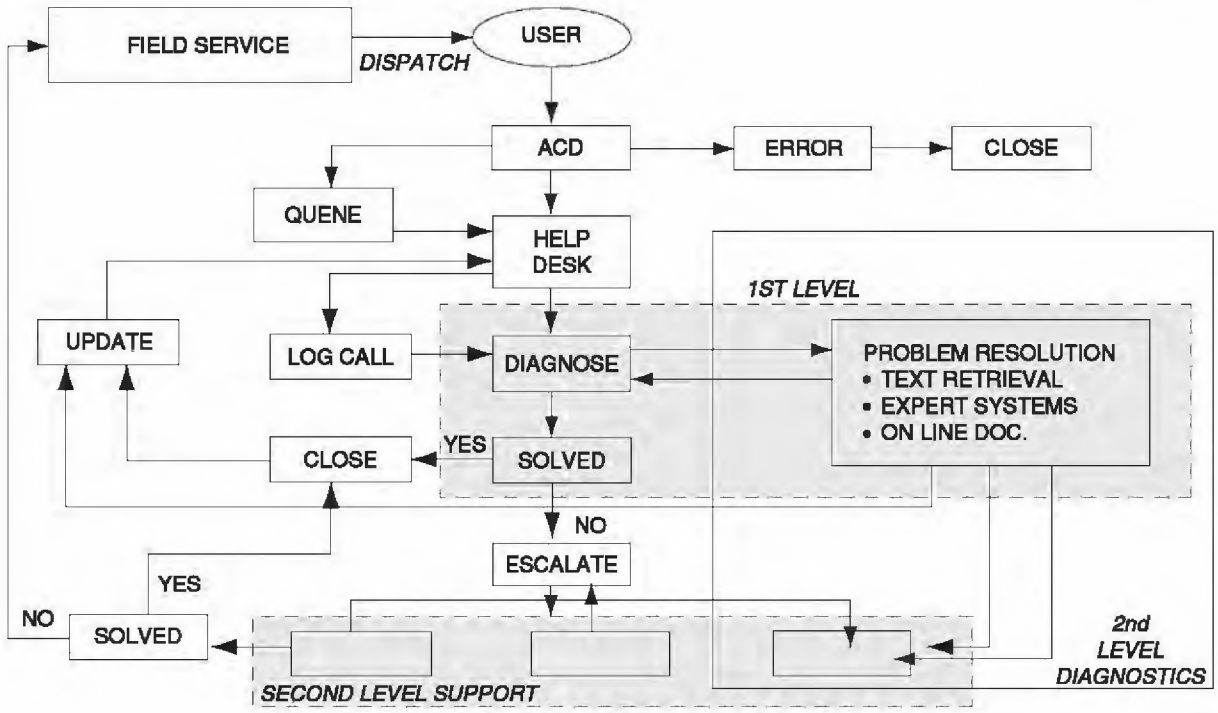
تُشكل الأنظمة الخبيرة فئة أخرى من الأنظمة الاستشارية. تُقدم الأنظمة الخبيرة بنية لتسجيل خبرة مهندسي الخدمة الخبراء والاستفادة منها:

- يتم إنتاج الأنظمة الخبيرة التي تستند إلى القواعد من تسجيل وربط القرارات الموجهة التي تمت بواسطة العقل البشري عند حل مشكلة الفشل (أو كشف العطل) في الوحدة أو النظام على أساس "a priori" أو تحليل ما قبل الفشل. يوثّق هذا النهج من الناحية الحرفية الخطوات الدقيقة التي يجب أن يتبعها فني الخدمة لتصحيح الفشل. تُصمَّم هذه الأنظمة عادةً لتعمل على منطق التسلسل الأمامي أو منطق التسلسل الخلفي تبعاً للمشكلة المحدَّدة التي صُمم النظام لحلها.
- أيضاً تم وضع الأنظمة الخبيرة التي تستند إلى النموذج على أساس الـ "a priori" من قاعدة بيانات بُنية أو سلوك الفشل المتوقع للنظام أو الوحدة. إن هذا الشكل يجعل النهج القائم على النموذج أكثر ملائمةً لتحليل الفشل في التجهيزات الجديدة والتي قد لا يكون موظفي الخدمة على دراية فيها. ومن المرغوب وجود طرق لإضافة المعلومات التاريخية اثناء تطورها إلى النظام الخبير الذي يستند إلى النموذج.

ضمن هذا التطور الأخير في التشخيص وكما يُبين الشكل رقم (٩٩.٦) والشكل رقم (٩٩.٧) فإن النموذج الأساسي لعمليات حل الطلب وتشخيص وعزل الفشل يتبع الخطوات الإجرائية:

- جمع المعلومات لتحديد الأعراض والحالة التي ظهرت فيها المشكلة.
- تشكيل فرضية لتحديد الفشل الذي من المرجح أن يكون سبب العوارض التي تم ملاحظتها.
- تحديد هدف أو مجموعة من الأهداف لحل طلب مُحدد مُستمدة من الفرضية الموضوعة بشكل مُسبق. عادة ما تأخذ هذه المرحلة صيغة "تحديد ما إذا كان عنصرٌ ما مُعطَّل" من خلال تحديد أجزاء معينة من جميع الأجزاء التي يمكن أن يوضع اللوم عليها مما يجعل العملية أكثر تدبراً كما يؤدي إلى حلول أسرع.

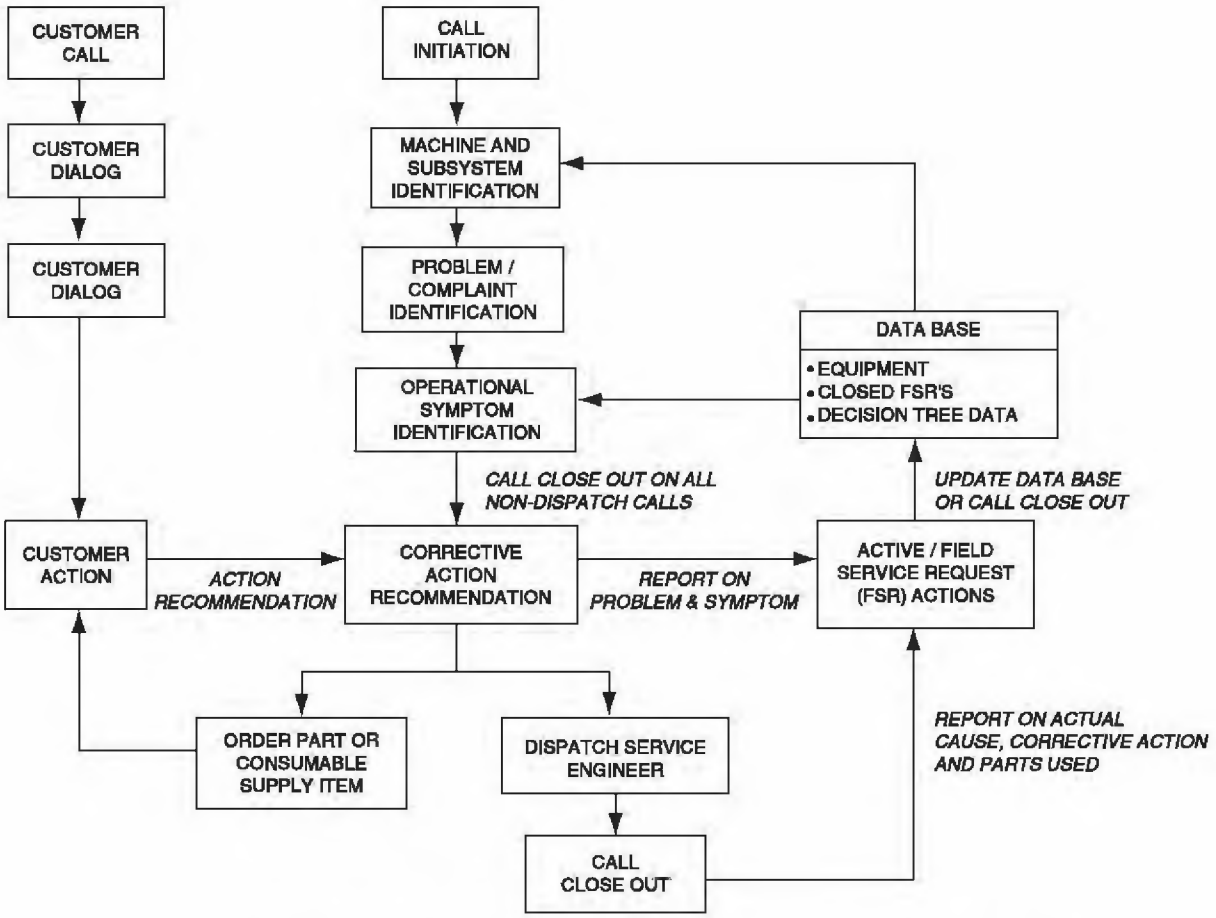
- تحديد الإجراء الذي يمكن أن يوجَّه بشكلٍ فعال نحو تحقيق الأهداف المُحددة. قد يكون الإجراء تشخيصي من خلال مراقبة بعض القيم أو المؤشرات أو قد يكون أداء اختبار ما أو أنه قد يكون ذو منحى نحو الإصلاح مثل المعايرة والتنظيف أو استبدال جزء مُعين.
- تنفيذ الإجراء الموصى به ومراقبة نتائجه. إذا كان الإجراء على سبيل المثال ذو منحى نحو الإصلاح فإن المراقبة عادة ما تتطلب التحقق من الإصلاح أو إعادة اختبار وظائف الجهاز التي فشلت لمعرفة ما إذا كان إجراء الإصلاح قد أدى إلى عمل هذه الوظائف.
- تحليل ما إذا كانت نتائج الإجراءات قد أدت إلى تقوية أو إضعاف الفرضية الحالية. إذا كانت الفرضية قد تعززت وكانت محددة بما فيه الكفاية عندئذ يمكن تحديد المشكلة وحلها. وإن لم يكن الأمر كذلك فلا بد من صقل الفرضية وتكرار العملية.



الشكل رقم (٩٩,٦). نموذج انسياب عملية التشخيص.

تتطلب عملية عزل العطل المذكورة سابقاً معرفة واسعة بالتجهيزات التي يتم خدماتها. يحصل مهندسو الخدمة على مثل هذه المعرفة من التدريب الرسمي والتدريب على رأس العمل والخبرة المتراكمة وكتالوجات التجهيزات. إلا أن هناك عدة اتجاهات تجعل من الصعب على مهندسي الخدمة الحصول على جميع المعارف اللازمة

لأداء عملهم بأكبر قدر من الكفاءة. إن أحد هذه الاتجاهات هو التعقيد المتزايد للتجهيزات الحديثة. والاتجاه الآخر هو عدد الأنواع المختلفة للتجهيزات التي يجب على كل مهندس أن يخدمها: مصنعين مختلفين وموديلات مختلفة من نفس الشركة المصنعة وإصدارات مختلفة لنفس الموديل حيث يتطلب كل واحد من هذه التجهيزات التوفر الفوري لقدر كبير من المعرفة.



الشكل رقم (٩٩,٧). انسياب عملية التشخيص عن بعد (دعم القرار) في تطبيق مكتب المساعدة/TAC.

تؤدي نتائج هذه الاتجاهات إلى زيادة تكاليف الخدمات وانخفاض جودة الخدمات. وباعتبار أن لتكاليف الخدمة ولنوعية الخدمة تأثيرات هامة على المبيعات والأرباح فقد قررت العديد من الشركات البحث عن وسائل دعم الخدمة.

تتباين إمكانات التطبيق تبعاً لنوع نهج التشخيص وتكنولوجيا المُنتج المستخدمة وأيضاً تبعاً للتطبيق بحد ذاته. على سبيل المثال، تميل التجهيزات الميكانيكية والكهروميكانيكية إلى الفشل بصورة تدريجية ومن ثم يمكن أن يكون

للأنظمة الخبيرة قيمة في تحديد المتطلبات اللازمة للتنبؤ بالحاجة إلى الصيانة المسبقة. لقد أثبتت نهج الصيانة الوقائية والتنبؤية هذه بأن لها قيمة لا بأس بها ولا سيما بالنسبة لتجهيزات مثل التدفئة والتهوية وتكييف الهواء (HVAC) والتكنولوجيا الطبية وأتمتة المباني. يميل التشخيص وكشف الأعطال للمنتجات الإلكترونية إلى اعتماد مبدأ "يعمل/لا يعمل" ومن ثم تميل الأنظمة ذاتية التنظيم لأن تكون ذات قيمة أكبر في هذه التطبيقات. وبطبيعة الحال فإن التقييم الشامل سوف يتغير بمرور الوقت مع اكتشافات جديدة في تطورات التشخيص والذكاء الاصطناعي حيث يعتمد ذلك على مدى الالتزام بتطبيق التكنولوجيا على مختلف أنواع المنتجات والأنظمة. يبدو من الخبرة العملية في الصناعة أنه من الصحيح القول بأن لأنظمة الاسترجاع والأنظمة ذاتية التنظيم دور في الخدمة وأن تطبيق التكنولوجيا سوف يختلف كتابع لنوع المنتج (على سبيل المثال، المُنتَج الإلكتروني أو الكهروميكانيكي أو الميكانيكي) ولمرحلة استخدام المنتج (على سبيل المثال، المنتج الجديد التمهيدي مقابل المنتجات الناضجة والمنتج القديم). يُبين الشكل رقم (٩٩,١٠) أمثلة محددة لتطبيق التكنولوجيا وفقاً للشركات.

لمحة عامة عن تكنولوجيا التشخيص في الخدمة الميدانية

Current Overview of Diagnostics Technology in Field Service

نشأت في الخدمة الميدانية مجموعة متنوعة من المنتجات الجديدة لدعم عملية اتخاذ قرار التشخيص والإصلاح نتيجةً للتطورات الواسعة في مجال تكنولوجيا التشخيص عن بعد والذكاء الاصطناعي. تسعى هذه المنتجات إلى تحسين قدرات كشف الأعطال والإصلاح المُعتمدة على الخدمة من أجل تشخيص الطلبات والمساعدة المُعتمدة على المكاتب ومن أجل تجنب الطلبات ودعم الـ TAC وتقديم الدعم الميداني. يُبين الشكل (٩٩,٨) جميع هذه النقاط المذكورة. تتوفر مكاتب المساعدة المتكاملة بشكلٍ كامل وكذلك أنظمة مراكز المساعدة التقنية (TAC) منفصلةً إما على أساس مستقل أو كجزء من البرنامج المتكامل لنظام إدارة الخدمة الميدانية.

الخبرة المباشرة في تأثير تكنولوجيا التشخيص على إنتاجية وكفاءة خدمات تكنولوجيا الصحة

Direct Experience in the Impact of Diagnostic Technology on Health Technology Service Productivity and Efficiency

كما هو مبين آنفاً فقد كانت هناك زيادات كبيرة في التزام التمويل من قبل البائعين ومؤسسات الخدمة الميدانية لتنمية وتطبيق واستخدام والبدء في تكنولوجيا التشخيص المتطور في مجال الخدمة الميدانية.

لقد تم منذ عام ١٩٩٨ أو نحو ذلك إنجاز حجم عمل كبير في تطوير تكنولوجيا تفصيلية للتشخيص عن بعد للاستخدام في مجال التكنولوجيا الطبية. تشمل قائمة الشركات الرئيسية الرائدة في هذا المجال على General Electric Medical و Picker International و Elscint و Medic Engineering and Maintenance Services (التي أصبحت الآن جزءاً من Innoserv). تستخدم معظم الشركات خاصية التشخيص عن بعد في الخدمة كميزة تنافسية.

VENDOR/PRODUCT	PARADIGM	GREATEST STRENGTHS	LIMITATIONS
LOGICA (TEST BENCH™) FIVE PPG PLACE PITTSBURGH, PA 15222 (412) 642-6900 www.logica.com	• FAULT HIERARCHY REASONING • DECISION/HIERARCHY • CASE BASE REASONING • RULE OBJECTS	• MATURE PRODUCT • CAN MEET 95% OF REQUIREMENTS OF INTERNET, EXPERT SYSTEM, AND REMOTE DIAGNOSTIC REQUIREMENT AS PER MODEL • HAS EXPERIENCE IN DEVELOPING HIGHLY COMPLEX DIAGNOSTICS • USES "DETERMINISTIC", LOGIC TO PROVIDE HIGH TEST RELIABILITY FOR COMPLEX FAULTS OR PROBLEMS	• PRODUCT SALES LIMITED
E-GAIN (E-GAIN KNOWLEDGE AGENT™) 455 W MAUDE AVENUE SUNNYVALE, CA 94086 (408) 212-3400 www.egain.com	• CASE BASE REASONING • CAN BUILD IN DECISION TREE LOGIC IF NEEDED, BUT NOT PRIMARY FOCUS	• STRONG HELP DESK CAPABILITY • TOOLS ALLOWS FOR EASY DOCUMENTATION DEVELOPMENT	• FRONT END SPARSE, NEEDS CUSTOMIZATION TO USER REQUIREMENT • WOULD NEED SYSTEM INTEGRATOR TO PROVIDE FOR FULL DIAGNOSTICS • CUSTOMIZATION IS REQUIRED FOR FULL DIAGNOSIS • PRODUCT TYPICALLY GEARED TO ONLY TAC OPERATIONS
ENHANSIV (ECRM™) 7505 IRVINE DRIVE IRVINE, CA 92618 (949) 784-5000 www.enhansiv.com	• FORWARDED RULES BASED MULTI-LANGUAGE MODEL	• STRONG HELP DESK • STATE OF THE ART DIAGNOSTIC PHONE CALL AVOIDANCE SYSTEM	• WOULD NEED SYSTEM INTEGRATION • NOT TYPICALLY INVOLVED IN REMOTE DIAGNOSTIC HOOK-UPWITH INSTALLED BASE
EMERALD INTELLIGENCE INC. (PROCEDURAL™) 405 ALEXANDRIA BLVD., STE 100 OVIEDO, FL 32765 www.emeraldi.com	• DECISION TREE AUGMENTED WITH SESSION FILES	• CAN MEET 90% OF DIAGNOSTIC REQUIREMENTS • HAS EXPERIENCE WITH LARGE COMPLEX DIAGNOSTICS PROBLEM • CAN INTEGRATE WITH VARIOUS EMBEDDED TECHNOLOGIES	• SMALL COMPANY • MAY NOT BE ABLE TO PROVIDE FULL ONGOING PROJECT MANAGEMENT OR CONSULTING
ARMAS SOLUTIONS (ADVANTAGE™) 17950 PRESTON DR, STE 900 DALLAS, TX 75252 (972) 381-2880 www.armassolutions.com	• AUGMENTED FAULT MODEL (AN EXPERT SYSTEM BASED ON MODELS AND RULES)	• STRUCTURE OF KNOWLEDGE DEVELOPMENT (AUTHORING TOOLS) • CAN MEET THE DIAGNOSTIC CAPABILITY • ABILITY TO INTEGRATE INTO WEB	• LIMITED LEVEL OF INTEGRATION NEEDED
CLICKSOFTWARE TECHNOLOGIES, LTD. (CLICKFIX™) 3425 S. BASCOM AVE., STE 230 CAMPBELL, CA 95008 (408) 377-6088 www.clicksoftware.com	• MODEL BASED • CBR	• PROVIDES EASE OF USE THROUGH THE FAULT ISOLATION PROCESS • FAULT DIAGNOSTIC PROCESS COMBINES MODEL BASE LOGIC WITH CBR TO PROVIDE BETTER RELIABILITY THEN JUST CBR	• DOES NOT PROVIDE FOR BILLING, LOGISTICS, OR SERVICE CONTRACT CONSIDERATIONS • NOT A STAND ALONE PRODUCT; DOES NOT INTEGRATE WITH CALL MANAGEMENT SYSTEM
SERVICEWARE (E-SERVICE SUITE™) 333 ALLEGHENY AVENUE OAKMONT, PA 15139 (412) 826-1158 www.serviceware.com	• KNOWLEDGE BASED	• THE INPUT OF CALL LOGS, ON-LINE DOCUMENTATION, PC DATA AND RELATED FORMAT PROVIDE FOR A FULL STAND ALONE KNOWLEDGE SYSTEM • EASY TO DEPLOY • OPEN ARCHITECTURE • INTERFACE WITH THE INTERNET	• SELF ACTIVATION DIAGNOSTIC CAPABILITIES WOULD REQUIRE SYSTEM INTEGRATOR FOR ON-BOARD DIAGNOSTICS

الشكل رقم (٩٩,٨). تحليل مُقارن لبائعي منتجات التشخيص وقدرات البائعين .

شركة General Electric:

توفر General Electric Medical (GE) وسائل تشخيص عن بعد لماسحات الـ CT والـ MRI من خلال برنامج الخدمة في الموقع الموجه للتجهيزات المتقدمة والمتصدرة بما في ذلك ماسحات الـ CT موديل GE9800 و Signa Advantage MRI و Starr Nuclear Imaging و Advantx Digital x-Ray.

تتضمن التكنولوجيا على معالج صغري ومودم ثنائي الاتجاه وبرامج مُلحق بالتجهيزات في منشأة العميل. يتصل العميل بالهاتف مع مركز خدمة العملاء لـ GE والموجود في مدينة Milwaukee في ولاية Wisconsin والمتوفر من خلال برنامج الخدمات الهندسية وخدمات الإصلاح بمساعدة الحاسوب (GE CARES) لتقديم تقرير عن حدوث خلل في الخدمة. يقوم الـ GE CARES بالتنبيه وتخصيص فني موقعي (في موقع الشركة، in-site) ليدخل إلى جهاز العميل عبر المودم. يقوم هذا الفني باستخدام برنامج تحليل موقعي وقاعدة بيانات (أنظمة خبيرة) لتشخيص المشكلة. يمكن في كثير من الحالات توفير الحل عبر الهاتف.

يتم إرجاع طلبات الخدمة التي تحتاج إلى إصلاح في الموقع إلى مركز إرسال الـ GE CARES من قِبل الفني الموقعي الذين يقوم بجدولة طلب خدمة وتخصيص قطع الغيار اللازمة. من محدوديات الخدمة الموقعية هو أنها تتلاءم مع تحديد المشاكل البرمجية أكثر مما تتلاءم مع تحديد مشاكل الأجهزة وذلك لأن تجهيزات شركة GE ليست مصممة لتسمح بالمعاينة الموقعية لدوائر الأجهزة. وعلاوة على ذلك فإن الخدمة الموقعية هي أساساً أداة تشخيصية متفاعلة موجهة في المقام الأول لحلول المشاكل التشغيلية مثل توقفات الأجهزة الناتجة عن زيادة شدة الطاقة الكهربائية.

قامت شركة GE استجابة لطلب السوق لأدوات تشخيص عن بعد استباقية بتطوير تحليل كمي للأنظمة (QSA) من أجل عملاء نظام الـ Signa Advantage MRI من إمكانية الوصول إلى الموقع. يقوم الـ QSA أساساً بمراقبة التجهيزات (وعادة بعد ساعات) لاكتشاف مشاكل الأنظمة من خلال تنفيذ فحوص مجدولة بانتظام من "حاسوب إلى حاسوب" بما في ذلك التحليل الآلي لكل نظام فرعي في تجهيزات التصوير.

يُمكّن الـ QSA من تشغيل اختبارَي تشخيص استباقيين:

١- "اختبار مستوى عالي" وهو تقييم أسبوعي للنظام بأكمله ويتضمن نسبة الإشارة إلى الضجيج وبارامترات أخرى. تُقارن النتائج مع المعايير ومع نتائج الوحدات الأخرى لـ GE Signa MIR ومن ثم يتم إعداد تقرير عن البيانات إلى العميل الأصلي.

٢- يقوم "اختبار عينة صغيرة" بتحليل أداء الأنظمة الفرعية مع أهداف المعايرة الأسرع والسماح لمهنيي الخدمة بكشف الأعطال في الموقع.

تُتاح الخدمة الموقعية لفنيي الخدمة في شركة GE ولعملاء عقود الخدمة مجاناً. تحتفظ شركة GE بحقوق الملكية لتكنولوجيا تشخيص التجهيزات/الأنظمة المُرفقة مع تجهيزات العملاء مما يحد من إمكانية دخول العملاء غير المتعاقدين والأشخاص غير المخولين إلى هذه التكنولوجيا.

تكمن منفعة العملاء في استخدام الخدمة الموقعية في تخفيض تكاليف توقف التجهيزات عن طريق تخفيض زمن الإصلاح من ١,٥ ساعة إلى ١٥ دقيقة. إلا أن GE تُحقق المنفعة الجوهرية لأن الخدمة الموقعية تُخفض تكاليف

العمل (إيفاد الفني وزمن السفر) كما تُخفض رأس المال (تحمل تكاليف قطع الغيار). علماً أن الخدمة الموقعية لا تُلغي دور الفني الميداني. إنها توفر مجرد "خط الدفاع الأول" عن طريق إجراء الفحص التحليلي/التشخيصي الأولي.

شركة Picker:

إن نظام شركة Picker للتشخيص عن بعد لماسحات الـ CT هو نظام مبني على الخبرة تم تسميته بـ Expert. إن Expert هو نظام كمبيوتر محمول يمكن للممثلين الميدانيين استخدامه للدخول إلى كمبيوترات مركز الخدمة في شركة Picker باستخدام المودم. تُمكن الوصلة التفاعلية بالقيام بإجراءات التشخيص خطوة بخطوة. يُستخدم Expert في المقام الأول من قِبل المهندسين الميدانيين وموظفي الدعم لشركة Picker. تُعطي الشركة ترخيصاً لاستخدام هذا النظام مقابل لرسوم مالية مُحددة، أو يمكنها أن تبيع هذا النظام بموجب عقد حصري للمستخدمين النهائيين. سوف تُدرب شركة Picker كادر الخدمة الداخلي للمستشفى حول كيفية استخدام نظام Expert.

تُقاوم الشركة استخدام نظام Expert من قبل منظمات صيانة طرف ثالث (Third-party maintainers "TPMs") لأن النفقات العامة لـ TPM هي عموماً أقل. إن استخدام الـ TPM لنظام Expert سوف يُمكنها من اكتساب ميزة تنافسية كبيرة والتي لن تكون في مصلحة إدارة Picker.

شركة Mediq:

إن Mediq هو مُزود خدمة تصوير طبي مستقل مقره في مدينة Arlington بولاية Texas. يستخدم Mediq نظام تشخيص عن بعد يُدعى Memserv ويحتفظ بملكيته الخاصة. يستخدم نظام Memserv (والذي يعني اسمه: التقييم والإصلاح والتحقق من الـ Mems) جهاز كمبيوتر في نقطة الخدمة لتنزيل برمجيات الخدمة إلى ماسحات الـ CT. يجمع Memserv بيانات الأجهزة عن طريق الترابط معها ثم يقوم بتحليل البيانات لتحديد المشاكل أو للمساعدة في المعايرة. تحل هذه التكنولوجيا محل برنامج تشخيص الخدمة المتقدم لشركة GE والغير متوفر لمنظمات الخدمة المستقلة (ISOs). لقد تم تطوير هذا النظام من قِبل Mediq للضرورة وبموجب قرار استراتيجي واستثمارات لجعل Mediq الأحدث وفي المقدمة من خلال تطوير البرامج الخاصة بها.

شركة Elscint:

طبقت Elscint برنامج نظام خبير يسمح باستخدام نظام التشغيل تم تطويره من قِبَل Rosh (ServiceSoft) ويُدعى CAIS من أجل الخدمة الذكية بمساعدة الكمبيوتر حيث تم تطبيقه لتشخيص تكنولوجيا Elscint للتصوير النووي. من حيث الأساس فإن CAIS هو قاعدة بيانات تعتمد على حلقة تغذية خلفية مستمرة من المعرفة والاكتساب والتخزين والتقديم. تم تطبيق هذا النظام (والذي تم تسويقه من قِبَل Elscint تحت اسم Mastermid) على نظام Apex للطب النووي الذي تُنتجه Elscint.

يتطلب الـ Mastermid خبير خدمة لإدخال البيانات المتعلقة بتشغيل وصيانة التجهيزات الطبية المُحددة، وهو سهل الاستعمال ولا يحتاج إلى خبرة برمجية.

إن الـ Mastermid (والذي يعتمد على الـ Advisor) هو نظام تشخيص خبير يُحدد المشاكل ويقترح الحلول المناسبة من خلال جهاز كمبيوتر شخصي. يقوم النظام بتسجيل وإرسال البيانات المتعلقة بطلب الخدمة إلى نقطة الخدمة مما يسمح لعملاء CAIS بالقدرة على تنزيل بيانات الخبرة هذه في قاعدة بيانات أصلية.

تشمل الفوائد التي تعود على Elscint من نظام الـ Mastermid على زيادة زمن التشغيل وسرعة طلبات الخدمة والصيانة الوقائية وتسريع تدريب الفنيين المبتدئين والحد من فقدان الخبرة بسبب تقاعد كبار الفنيين.

عوائد التكاليف وتأثير التشخيص عن بعد Cost Benefit and Impact of Remote Diagnostics

لا يوجد حتى الآن إثبات عملي للقياس الكمي الكامل لفوائد تكاليف التشخيص عن بعد بالمعنى الواسع. ومع ذلك فإنه من الواضح أن لتكنولوجيا التشخيص بعض الأثر الذي يمكن قياسه. أظهرت الدراسة الشاملة للفوائد الأساسية وتأثير تشخيص الخدمة في خدمة التجهيزات مجموعة من الفوائد والآثار الأساسية والمباشرة كما هو مبين في الشكل رقم (٩٩,٩). يمكن قياس هذه المنافع من حيث التحسينات في مجال تقديم الخدمات كما يراها مزود الخدمة ومنظمة الخدمة الميدانية والعميل.

COST JUSTIFICATION BASIS	TECHNOLOGY			
	COMPUTERS & OFFICE AUTOMATION	TELECOMMUNICATIONS	MEDICAL ELECTRONICS	BUILDING & PLANT AUTOMATION
GAIN GENERAL COMPETITIVE EDGE	55%	35%	50%	64%
CAPTURE & RETAIN SOME EXPERTISE/KNOWLEDGE	41%	45%	48%	55%
IMPROVED TELEPHONE TROUBLE SHOOTING	35%	42%	28%	31%
IMPROVED CALL AVOIDANCE	31%	43%	21%	34%
REDUCED TRAINING TIME & COSTS	21%	18%	14%	21%
REDUCED MEAN TIME TO DIAGNOSE AND REPAIR IN FIELD	37%	28%	19%	34%
REDUCED BROKEN CALLS DUE TO PARTS/TECHNICAL SKILLS	31%	21%	22%	20%
OTHER (INCREASED REVENUE, JUSTIFICATION OF ADDED PRODUCT VALUE/PRICE)	11%	10%	12%	10%

الشكل رقم (٩٩,٩). الوفورات و/أو الفوائد المحددة في التكلفة التي تم ملاحظتها في تبرير التكلفة اعتماداً على مشاريع التشخيص الفعلية المنفذة.

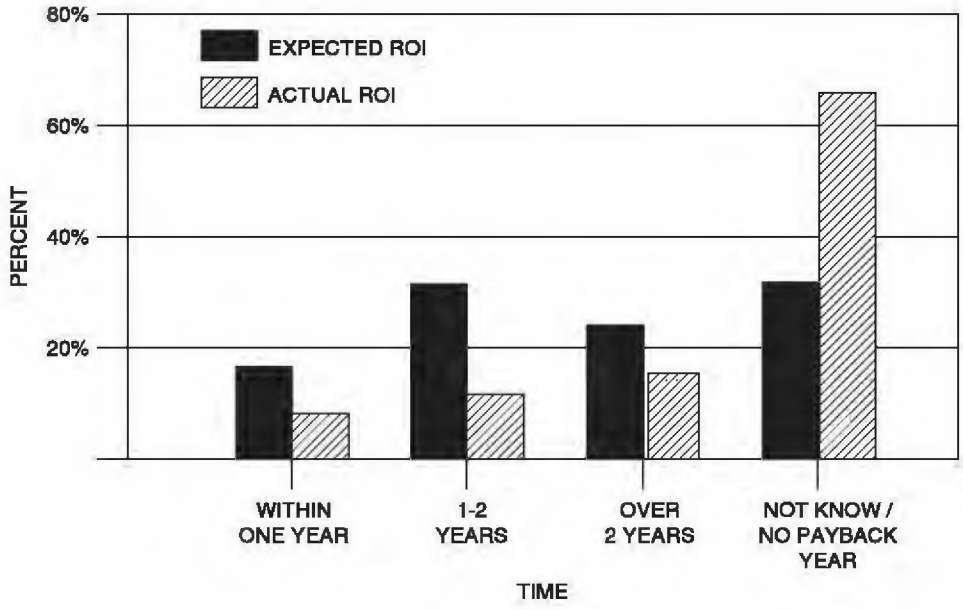
أظهر مسحٌ لأكثر من ١٠٠ من مقدمي الخدمات أن تشخيص الخدمة يمكن أن يقلل من وقت التدريب كما يمكن أن يقلل أو أن يُلغي الجهد المطلوب لجمع وتحليل بيانات الإصلاح والصيانة. يمكن للتشخيص أن يساعد أيضاً منظمة الخدمة بشكلٍ مباشر في تحسين توزيع الموظفين المحترفين وموارد القطع من أجل تقليل التكاليف. كما تبيَّن أن تكنولوجيا التشخيص توفر وسيلة لتقديم خدمة أفضل وتمييز بين المنتجات من منظور مقدمي الخدمة المحدد آنفاً ومنظور العملاء (استنادا إلى دراسة استقصائية لأكثر من ٢٥٠ من العملاء). تشمل الفوائد الإضافية المباشرة على تخفيض المتوسط العام لزمن الإصلاح بما في ذلك تخفيض في عدد الطلبات غير المنتهية بسبب عدم توافر قطع الغيار أو المهارات في الموقع. أخيراً، لاحظ مقدمي الخدمات والزبائن أنه يمكن استخدام تشخيص الخدمة لتحسين القدرة على تقديم الخدمة في المناطق النائية أو التي يتعذر الوصول إليها. إلا أن القياس الكمي لهذه الفوائد كان أمراً صعباً.

كما هو مبين في الشكل رقم (٩٩,١٠) فقد تمثلت الفائدة المباشرة الأساسية من وسائل التشخيص في خلق ميزة تنافسية وتخفيض الزمن الوسطي للإصلاح وتخفيض عدد الطلبات غير المنجزة. لقد كان أكبر مؤشر مباشر على ذلك هو الانخفاض في إجمالي الوقت المنقضي في طلبات الإصلاح المعقدة والذي كان عادة بحدود ٢٠٪ من مجموع عدد الطلبات التي تم تنفيذها من قِبَل منظمات الخدمة في أسواق خدمة الكمبيوترات وأتمتة الأبنية والمنشآت والإلكترونيات الطبية. لقد اتجه التشخيص (حيث أمكن قياسه) إلى زيادة زمن الجاهزية ومتوسط الزمن بين إخفاقات الأجهزة. أخيراً، اقترحت الدراسة الاستقصائية لمنظمات الخدمة أن أفضل آليات التزويد تمت عن طريق الكمبيوتر المحمول أو الأجهزة المحمولة من خلال تزويدها مباشرة إلى مهندسي الخدمة الميدانيين.

BENEFITS	EFFECTS
IMPROVED CRAFT AND RESOURCE	REDUCED PERSONNEL AND PARTS INVENTORY COSTS
REDUCE THE TRAINING TIME AND SKILL LEVELS OF MAINTENANCE	REDUCED LABOR COSTS PER MAINTENANCE PERSON
REDUCE OR ELIMINATE EFFORT REQUIRED TO ANALYZE DATA	REDUCED PERSONNEL REQUIREMENTS
REDUCE OR ELIMINATE EFFORT REQUIRED TO COLLECT DATA	REDUCED PERSONNEL REQUIREMENTS
REDUCE ELAPSED TIME REQUIRED TO ASSESS PROBLEM; REDUCE MTTR FOR BOTH DEPOT AND FIELD REPAIR	REDUCED PERSONNEL REQUIREMENTS IMPROVE UPTIME
IMPROVE PREDICTABILITY OF FAILURE IN ORDER TO INITIATE PREVENTIVE MAINTENANCE PRIOR TO EMERGENCY FAILURE; INCREASE MTBF	IMPROVE UPTIME INCREASE PERSONNEL REQUIREMENTS
IMPROVE RESPONSE TIME OF SERVICE CALL AND/OR CALL AVOIDANCE ROUTINES	GREATER CUSTOMER SATISFACTION CUSTOMER RETENTION
IMPROVED CRAFT AND RESOURCE ALLOCATION	REDUCED PERSONNEL AND PARTS INVENTORY COSTS
GREATER SERVICE AND PRODUCE DIFFERENTIATION	POTENTIAL TO GAIN NEW MARKETS AND IMPROVE POSITION IN CURRENTLY SERVED MARKETS

الشكل رقم (٩٩,١٠). فوائد استخدام تكنولوجيا التشخيص المتقدم والذكاء الاصطناعي في عمليات الخدمة.

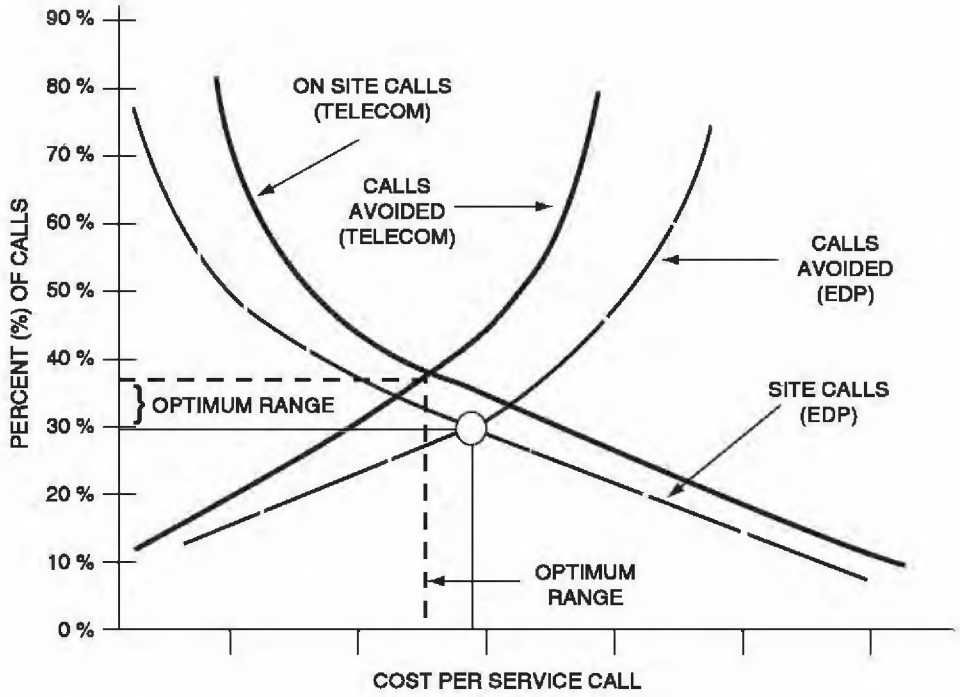
باختصار، تم استخدام الجزء الأخير للتحليل الاستقصائي الذي قامت به D.F. Blumberg & Associates (والذي كان على علاقة بالاستخدام الحالي والخطط المستقبلية لتطوير وسائل التشخيص في صناعة الخدمات الميدانية ووفورات التكاليف أو الفوائد التي تم ملاحظتها) لتبرير منتجات التشخيص في الخدمات الميدانية ولتقييم عائدات الاستثمار (الشكل رقم ٩٩,١١). في هذا الصدد، تُقارَن دراسة Blumberg بشكلٍ إيجابي مع النتائج المشابهة التي توصلت إليها دراسة Serviceware (١٩٩١) للتشخيص عن بعد. لقد أشارات كلا الدراستين بشكلٍ عام أن استخدام تكنولوجيا التشخيص يختلف بشكلٍ كبير مع اختلاف الصناعة حيث كان أعلى مستوى من التنفيذ في التحكم الصناعي وأسواق أتمتة الأبنية والمنشآت وفي الاتصالات وصناعة الكمبيوتر. كما أن هناك مستوى عال من الاستثمارات المُخصصة لدراسة ملائمة تكنولوجيا التشخيص للاستخدام المستقبلي.



الشكل رقم (٩٩,١١). عائدات الاستثمار المتوقعة والفعلية من التشخيص عن بعد.

تميل التجربة الفعلية العملية في تبرير وفورات أو فوائد التكاليف المستخدمة في منتجات التشخيص إلى التفاوت كتابع للتكنولوجيا التي تتم خدماتها ودعمها وكذلك على أساس الاهتمام (الشكل رقم ٩٩,١٢). ارتكز المبرر العام في الماضي على مفهوم اكتساب ميزة تنافسية على منظمات الخدمة الأخرى والاستيلاء على الخبرة والمعرفة والاحتفاظ بهما وتحسين الكشف الهاتفي للأعطال كجزء من عملية الـ TAC. يتم التوجه حالياً إلى استخدام هذه التبريرات الأكثر نوعيةً لكي تم استخدامها في حالات كثيرة غير حالات الفورات المباشرة للتكلفة أو الزمن مثل مواضيع تخفيض زمن التدريب والزمن الوسطي للتشخيص والإصلاح وعدد الطلبات (مثل الطلبات غير المنجزة

بسبب نقص قطع الغيار أو المهارات التقنية). ومن الواضح تماماً أنه سيكون من المطلوب توفر خبرة إضافية قبل أن يتم التمكن من استخدام المقاييس الكمية المباشرة لفوائد التكلفة في التبرير عالي الثقة والدقة.



الشكل رقم (٩٩,١٢). الاستخدام الأفضل لـ TAC و تفادي الطلبات.

من حيث الجوهر وكما هو مبين آنفاً، لا يزال التبرير والأثر العام لتكنولوجيا التشخيص في الخدمة الميدانية في هذا الوقت يعتمد في الغالب على قضايا لينة على الرغم من وجود بعض الحالات الخاصة التي كانت فيها الوفورات كبيرة.

باختصار، لقد ثبت أن لتكنولوجيا التشخيص تأثير مباشر على فوائد التكلفة بالنسبة إلى منظمات الخدمة والدعم وعلى المستفيد من الخدمة. إن التأثير الأكبر حتى الآن هو على منظمات الخدمة والدعم.

الآثار الأولية التي تمت ملاحظتها هي:

- خلق ميزة تنافسية وتخفيض تهديد المنافسة المباشرة من جانب الـ ISOs.
- تخفيض متوسط زمن الإصلاح.
- تخفيض زمن التشخيص الميداني وكشف الأعطال.
- تحسين تخصيص إرسال الدعم الفني وتوزيعه.

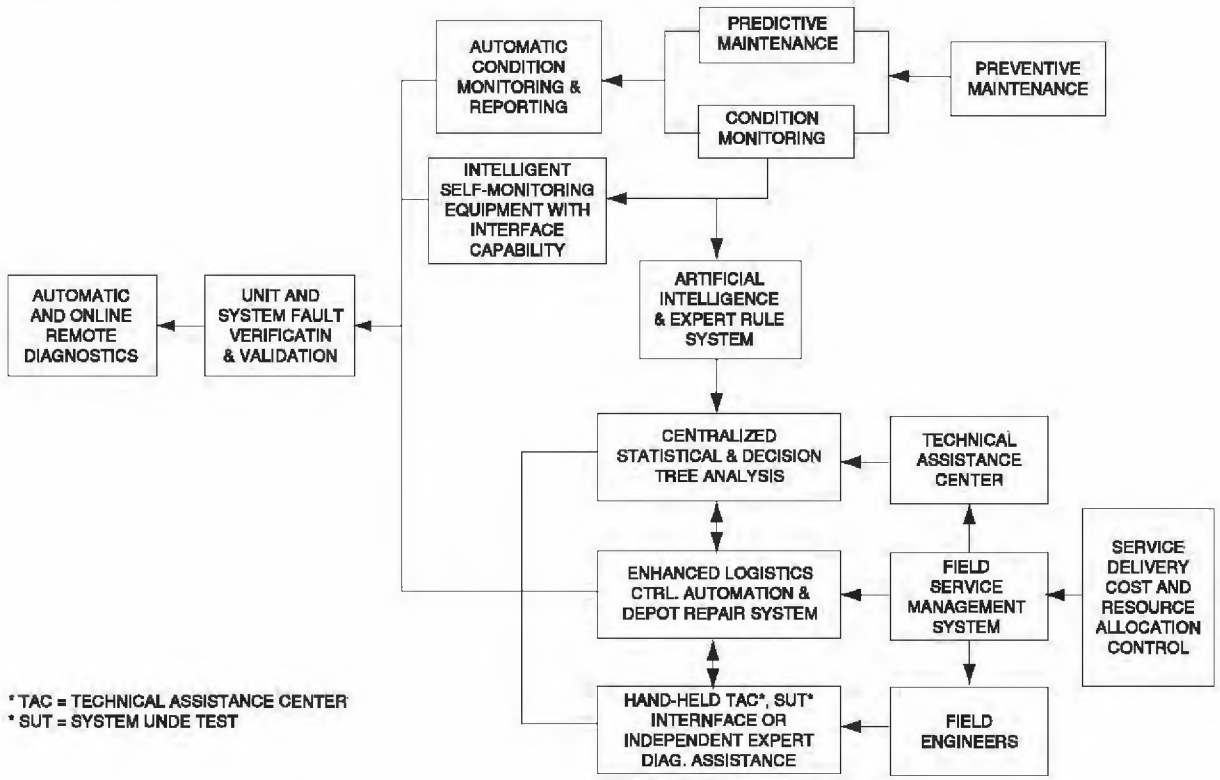
- تخفيض في عدد الطلبات غير المنجزة بسبب نقص القطع.
- تحسين قدرة الكشف عن الحاجة إلى إجراء تغييرات ميدانية و/أو تعديلات الميدانية.
- الضبط والتوزيع الأفضل لمخزون القطع المهمة عالية القيمة.

عادة ما يتم تنفيذ تكنولوجيا التشخيص إما عن طريق التنمية الداخلية (كما هو الحال بالنسبة إلى DEC وHoneywell و Texas Instruments و Johnson Controls و GE) أو عن طريق الشراء الخارجي للبرمجيات الجاهزة أو المُخصصة (كما هو الحال بالنسبة إلى Elscint و Varian و U.S. West و Bailey و Siemens).

يتغير التأثير على منظمة الخدمة بشكلٍ أساسي كتابع لنهج التنفيذ المتخذ. إذا استندت التكنولوجيا على التنمية الداخلية، فإنه عادة ما يتم المحافظة على البحث والتطوير (R&D) وإنجازه من قِبَل منظمة الـ R&D مع دعم وثيق من منظمة الخدمة. إذا تم شراء التكنولوجيا، عندئذ فإن التطبيق والتطوير عادة ما يُضبط ويُنسق من قِبَل MIS (Managed Internet Service) و/أو منظمة الخدمة. في كلتا الحالتين، لا بد لعملية المحافظة على قاعدة البيانات وخوارزميات التشخيص إلا أن تتم عن طريق مُنظمة الخدمة وذلك عادة عن طريق قسم الدعم التقني واللوجستي.

موجز Summary

في الموجز، إن الدراسة المتعمقة لـ Blumberg فيما يتعلق بآخر تطورات ونتائج تطبيق وتنفيذ والبدء في تشخيص حلول المشاكل في ضبط مكاتب المساعدة والخدمة الميدانية تُبين بوضوح الأمل وإمكانية تكنولوجيا التشخيص عن بعد (الشكل رقم ٩٩.١٣) في تحسين الاستفادة من إنتاجية وكفاءة قوة الخدمة وزيادة فعالية استخدام موارد الخدمة (الأشخاص وقطع الغيار). يُشير مسح النفقات الحالية والمخطط لها في المستقبل (من أجل التشخيص المستخدم في الخدمة الميدانية) وبوضوح إلى أن إجمالي سوق تشخيص الخدمة حالياً لا بأس به وهو في حدود مليارى دولار في عام ١٩٩٧. سوف تحدث هذه النفقات (وكذلك نموها) في المقام الأول في مجال الإلكترونيات ولكن لا يزال هناك تطوراً ملموساً واستثمارات تطبيقية في المجالات الكهروميكانيكية والميكانيكية. سوف تنخفض وتيرة الاستثمار مع تحول صناعة الخدمات من التنمية والبحوث التجريبية إلى التطبيق والبدء بالتكنولوجيا القياسية الجاهزة. ومن ثم، فإن النمط العام لسوق التشخيص يشير إلى الزيادة المستمرة في النفقات من قِبَل صناعة الخدمة الميدانية من أجل التشخيصات الموجَّهة نحو خدمة الإلكترونيات، كما يُشير إلى بعض الزيادة فيما يتعلق بتطبيق واستخدام هذه التكنولوجيا في مجالات التطبيقات الكهروميكانيكية والميكانيكية.

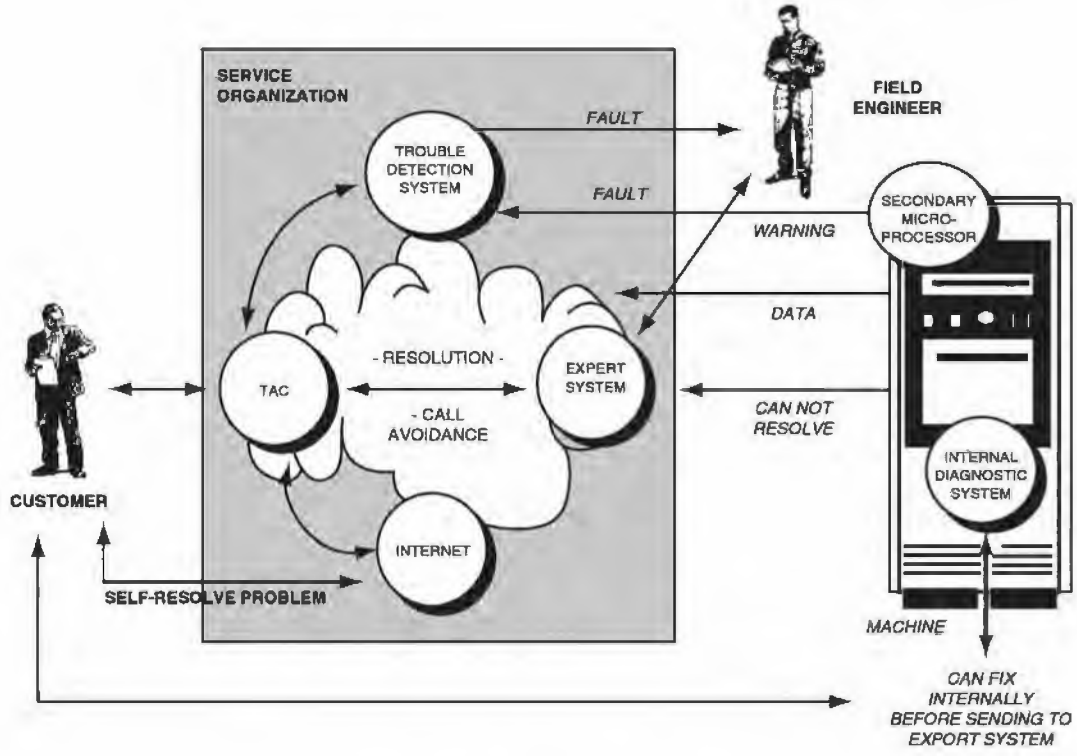


الشكل رقم (٩٩,١٣). رسم توضيحي للتشخيص المؤتمت عن بعد بالشبكة.

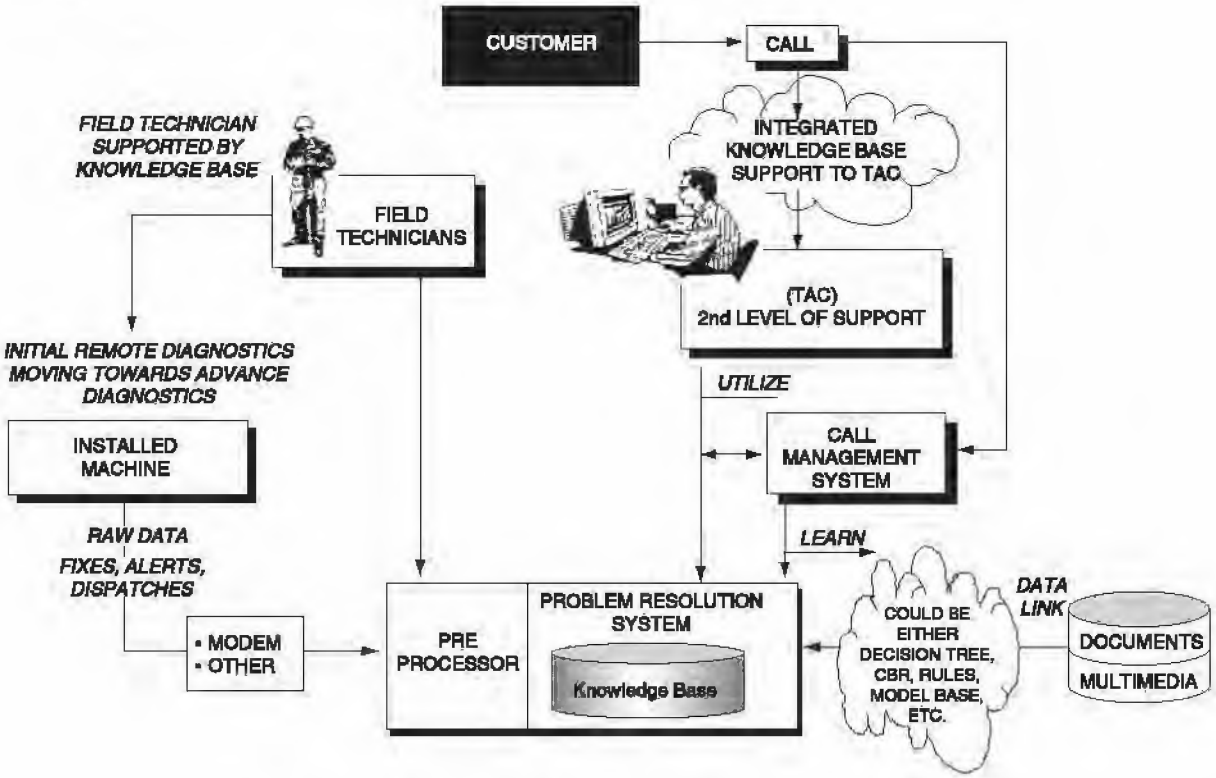
سوف يتأثر تطبيق واستخدام تكنولوجيا التشخيص أيضاً بقدرة مجتمع إدارة الخدمة الميدانية على إدراك الحاجة إلى البحث عن الحل الأفضل (على خلاف الحل الممكن) في إرسال الدعم الفني والتخصيص وفحص الطلبات وتفادي الطلبات ونشر اللوجستيات. إن التمهيد لمزيد من تكنولوجيا الاتصالات اللاسلكية ذات الأسعار المعقولة مثل موبايل Ardis و Ram وتكنولوجيا CPDP الجديدة التي تعتمد على الخلوي إلى جانب التوافر المتزايد للكمبيوترات المحمولة التي تعتمد بعملها على اللاسلكي والمحطات الطرفية التي تعتمد على الـ CD ROM سوف يزيد من القدرة على توفير مصفوفة من الأدوات القوية للتشخيص والإصلاح مباشرةً إلى مهندس الخدمة في الميدان. إن هذه القدرة على تعزيز قدرات التشخيص لمهندس الخدمة في الميدان إلى جانب التطبيق المركزي للتشخيص عن بعد المُستند إلى الذكاء الاصطناعي من أجل مكتب المساعدة/الدعم TAC الذي تم بناءه على (واستفاد من) مجموعة متزايدة من البيانات التي تم جمعها في إطار النظام المتكامل لإدارة الخدمة الميدانية، يمكن لكل ذلك أن يؤدي إلى تحسن كبير في التأثير الإيجابي لتكنولوجيا إيجاد الحلول وتشخيص المشاكل في الخدمة الميدانية (الشكل رقم ٩٩,١٤). يوفر النظام المتكامل لإدارة الخدمة الميدانية الأساس للجمع المؤتمت لبيانات المشاكل والعوارض وربطها بمعلومات

المسببات والإجراءات التصحيحية. مع تزايد توافر بيانات الصيانة والإصلاح الصحيحة والموثوقة من أجل تلبية مُتطلبات البيانات لتكنولوجيا التشخيص، فإن المشهد سوف يتهيأ لتحسينات هامة أخرى في تطبيق واستخدام تكنولوجيا التشخيص في صناعة الخدمة الميدانية في القرن ٢١ (الشكل رقم ٩٩.١٥). كما هو مبين في التحليل الوارد أعلاه، إن تبرير التكلفة للتكنولوجيا المتقدمة للتشخيص وإيجاد الحلول للمشاكل يُظهر بوضوح قيمة هذه التكنولوجيا في تحسين إنتاجية وكفاءة وربحية الخدمة.

مع تغلُّب شراء واستخدام البرمجيات الجاهزة وقواعد المعرفة المُطورة مسبقاً على تطبيقات التشخيص باهظة الثمن ذات التوجه الأكاديمي البحثي التطويري، فسوف يتم تطبيق هذه التكنولوجيا على نطاقٍ واسع.



الشكل رقم (٩٩,١٤). نظرة عامة لآخر التطورات الناشئة في التشخيص.



الشكل رقم (٩٩,١٥). التشخيص عن بعد والدعم المستند إلى المعرفة وبنية الأنظمة.

المراجع

References

Blumberg DF. Strategies for the Use of Diagnostics Technology in Improving Field Service Productivity. FSMS Journal, 1984.

Serviceware. Study of AI and diagnostics technology, 1991.

معلومات إضافية

Additional Information

Blumberg DF. Service Problem Diagnostics and Decision Support Technology for Improving Health Technology Service Efficiency and Productivity. Field Service Management Journal 1998.

Elity Systems. Expanding the Power of Data. , Elity Systems, 2001.

Blumberg DF. Managing High Tech Services Using a CRM Strategy. , St. Lucie Press, 2002.

Ben-Bassat M, Beniaminy I, Joseph D. Can Model-Based and Case-Based Expert Systems Operate Together?. IET Intelligent Electronics.

Bearse TM. Deriving a Diagnostic Inference Model from a Test Strategy. Proceedings of the 1987 IEEE International Workshop on System Test and Diagnosis.

Ben-Bassat M, Beniaminy I, Joseph D. Different Approaches to Fault Isolation Support Software. Proceedings of the 1998 IEEE International workshop on System Test and Diagnosis.

Ben-Bassat M, Ben-Arie D, Beniaminy I, et al. AITEST–A Real Life Expert System for Electronic Troubleshooting (A Description and a Case Study). Proceedings of the IEEE Conference on AI Applications. San Diego, IEEE, 1988.

Ben-Bassat M. Expert systems for clinical diagnosis. In Grupta MM, Kandel A, Bandler W, Kiszka YB (eds). Approximate Reasoning in Expert Systems. North Holland, 1985.

Panzani MJ, Brunk C. Finding Accurate Frontiers: A Knowledge-Intensive Approach to Relational Learning. The National Conference on Artificial Intelligence. Washington, DC, AAAI Press,

Quinlan J. Learning Logical Definitions from Relations. Machine Learning 5 (3), 239–266, 1990.

Simpson WR, Sheppard JW. System Test and Diagnosis. Norwell, MA, Kluwer Academic Publishers,

Sheppard JW. Inducing Information Flow Models from Case Data. Proceedings of the 1998 IEEE International Workshop on System Test and Diagnosis., 1998.

PCAI Editors. New Technology in a Large Customer Call Center. Personal Computer Artificial Intelligence, 6:24–47, 1997.

NEC Research Institute. Learning Search Engine Specific Query Transformations for Question Answering. , NEC, May 2001.

Mitsubishi Electric Research Laboratories (MERL). Learning Hierarchical Task Models by Demonstration. , MERL, 2001.

MIT Media Laboratory. Building HAL: Computers that Sense, Recognize, and Respond to Human Emotion. , MIT Media Laboratory, 2001.

MIT Media Laboratory. A Family of Algorithms for Approximate Bayesian Inference., MIT Media Laboratory, 2001.

European Commission. Context Modeling and Transformation for Semantic Interoperability. , European Commission, March 2000.