١٣٦

التجهيزات الافتراضية – تطبيقات للرعاية الصحية

Virtual Instrumentation — Applications to Health Care

Eric Rosow
Director of Biomedical Engineering
Hartford Hospital
Hartford, CT

تمتلك المنظمات الناجحة القدرة على القياس والتصرف حيال مؤشرات وأحداث رئيسية في الوقت الحقيقي. تستطيع لوحات القياس والتحكم (dashboards) التنفيذية متعددة الأبعاد من خلال حشد قوة التجهيزات الافتراضية ومعايير البنية (الهيكلية) المفتوحة تمكين منظمات الرعاية الصحية من اتخاذ قرارات أفضل وأسرع تدفعها البيانات. سيُبرِز هذا الفصل السبل التي يمكن بها توصيل أجهزة افتراضية معرَّفة بالمستخدم (user-defined) ولوحات القياس والتحكم إلى أنظمة معلومات المستشفى (مثل أنظمة الـ ADT وشبكات مراقبة المرضى) والاستفادة من التحكم الإحصائي بالعمليات (SPC) من أجل "جعل المعلومات مرئية" واتخاذ قرارات تدفعها البيانات في الوقت المناسب. سوف توضح دراسات الحالة الموصوفة حلولاً باتساع المؤسسة من أجل:

- إدارة الأسرة ومراقبة التعداد (census control).
- الإدارة التشغيلية واستخراج البيانات وتطبيقات استخبارات الأعمال التجارية (business intelligence).
- التطبيقات الإكلينيكية.

الخلفية

Background

تسمح التجهيزات الافتراضية (VI) للمنظمات بتسخير قوة الحواسيب الشخصية (PC) بشكل فعال للوصول إلى المعلومات وتحليلها وتبادلها في جميع أنحاء المنظمة. ومع الكميات الهائلة من البيانات المتاحة من مصادر بيانات متزايدة التعقيد على مستوى المؤسسة فإن المعلومات التي يحتمل أن تكون مفيدة غالباً ما تُترك مخفية بسبب عدم

وجود أدوات مفيدة. تستطيع الأجهزة الافتراضية أن تستخدم مجموعة واسعة من التكنولوجيات مثل أدوات التحليل متعدد الأبعاد والتحكم الإحصائي بالعمليات (SPC) لاكتشاف أنماط واتجاهات (نزعات) (trends) وعلاقات سببية (causalities) وعدم استمراريات (discontinuities) من أجل استخلاص المعارف ولاتخاذ قرارات مستنيرة.

تُنشئ مؤسسات اليوم كميات هائلة من البيانات الخام، ولقد تسببت التطورات الحديثة في تكنولوجيا التخزين إضافة إلى الرغبة في استخدام هذه البيانات بشكل تنافسي في وفرة في البيانات في العديد من المنظمات. تولّد صناعة الرعاية الصحية على وجه الخصوص كمية هائلة من البيانات. تساعد أدوات مثل قواعد البيانات (databases) واللوحات الجدولية (spreadsheets) بالتأكيد في إدارة وتحليل هذه البيانات، ولكن قواعد البيانات، بالرغم من كونها مثالية لاستخراج البيانات، إلا أنها عموماً ليست ملائمة للرسم والتحليل. أما اللوحات الجدولية، من ناحية أخرى، فإنها مثالية لتحليل ورسم البيانات، إلا أن هذه العملية يمكن أن تكون مرهقة عند العمل مع ملفات بيانات متعددة. تمكّن الأجهزةُ الافتراضيةُ المستخدمَ من الاستفادة من أفضل ما في العالمين من خلال إنشاء مجموعة من تطبيقات معرَّفة بالمستخدم (user-defined) تسمح للمستخدم النهائي بتحويل كميات هائلة من البيانات إلى معلومات يتم تحويلها في نهاية المطاف إلى معرفة تمكّن من صنع قرار أفضل وأسرع.

فوائد التجهيزات الافتراضية المعرَّفة بالمستخدم Benefits of User-Defined Virtual Instruments

تتلخص فوائد التجهيزات الافتراضية في زيادة الأداء وخفض التكاليف. ولأن المستخدم يتحكم بالتكنولوجيا من خلال البرمجيات فإن مرونة التجهيزات الافتراضية لا تتلاءم مع التجهيزات التقليدية. إن البيئة البرمجية التراتبية (hierarchical) ذات الوحدات المستقلة (الموديولية) (modular) للتجهيزات الافتراضية قابلة بطبيعتها لإعادة الاستخدام (reusable) وإعادة التشكيل (reconfigurable).

تسمح التجهيزات الافتراضية للمستخدم بالنتيجة أن "يغيّر شكل" ("morph") (أي ينسخ (replicate) و/ أو يخصص (customize)) وظيفية أجهزة تقليدية "معرَّفة بالبائع" ("vendor-defined") (مثل راسم الذبذبات المبين في الشكل رقم ١٣٦,١) إلى أجهزة افتراضية "معرَّفة بالمستخدم" على حاسوب معياري أو مساعد رقمي شخصي (PDA).

لقد شملت تطبيقات التجهيزات الافتراضية تقريباً كل صناعة بما في ذلك الاتصالات والسيارات وأشباه الموصلات والصناعات الطبية الحيوية. لقد مكّنت التجهيزات الافتراضية في مجالات الرعاية الصحية والهندسة الطبية الحيوية المطوِّرين والمستخدمين النهائيين من تصوّر وتطوير وتنفيذ مجموعة واسعة من التطبيقات الطبية الحيوية المستندة إلى البحوث ومن أدوات المعلومات التنفيذية. تندرج هذه التطبيقات في فئات عديدة بما في ذلك تحسين العملية ودعم اتخاذ القرار والبحوث السريرية. إن المقصود من دراسات الحالة التالية هو توضيح غالبية التطبيقات الممكنة بواسطة هذه التكنولوجيا القوية.

الشكل رقم (١٣٦,١). الأجهزة الافتراضية: نسخ وتعزيز أجهزة تقليدية "معرّفة بالبائع" بواسطة أجهزة افتراضية "معرّفة بالمستخدم" (بموافقة شركة National Instruments).

بيئة التطوير لـ LabVIEW The Lab VIEW Development Environment

لقد تم استخدام بيئة تطوير تطبيق (ADE) تدعى LabVIEW من أجل العديد من حلولها الـ VI التي يتم مناقشتها في هذا الفصل. لقد تم إنشاء LabVIEW من قبل شركة National Instruments (Austin, TX). إنها بيئة تطوير رسوم جاهزة (off-the-shelf) مصممة خصيصاً لتطويرأنظمة قياس وأتمتة تكاملية. يقوم المطوّرون بتجميع واجهات (إنترفيسات) المستخدم ومهام رفيعة المستوى لاكتساب البيانات ومراقبتها ومعالجة الإشارات وتحليلها وجعلها مرئية بنفس الطريقة التي يتم بها بناء مخططات الجريان (flowcharts). يستطيع المستخدمون بواسطة البنية التراتبية وذات الوحدات المستقلة للـLabVIEW أن يقوموا بسهولة وسرعة بإنجاز النموذج الأولي للأنظمة وتصميمها ونشرها وتعديلها. يتم تجميع بيئة تطوير التطبيق (ADE) للـ LabVIEW من أجل أداء تنفيذي بالحد الأقصى، وتحتوي على المئات من إجراءات التحليل المتقدمة، وتسمح للمطوّرين بأن يصمموا ويبنوا تطبيقات متطورة بسرعة.

يقدم هذا الفصل عدة تطبيقات لأدوات وأجهزة افتراضية من "العالم الحقيقي" تم تطويرها لتلبية الاحتياجات المحددة لمنظمات رعاية صحية. تم الاهتمام بشكل خاص باستخدام ضبط الجودة و"مؤشرات الأداء" التي توفر القدرة على معرفة اتجاه (نزعة) مقاييس (metrics) مختلفة والتنبؤ بها وتحسين العمليات. يتم توضيح استخدام التحكم الإحصائي بالعمليات (SPC) والنمذجة ضمن أجهزة افتراضية. أخيراً، يتم وصف عدة تطبيقات أبحاث إكلينيكية (سريرية) للتجهيزات الافتراضية.

دراسة حالة رقم ١: إدارة أسرة ولوحة قياس وتحكم لمراقبة التعداد في الوقت الحقيقي

Case Study #1: A Real-Time Bed-Management and Census-Control Dashboard

المشكلة The Problem

تدير معظم مؤسسات الرعاية الصحية اليوم تدفق المرضى عن طريق الورق والألواح البيضاء والمكالمات الهاتفية. وغالباً ما تفتقر المستشفيات نتيجة لذلك إلى معلومات دقيقة وفي الوقت المناسب لملاءمة المتاح من الأسرة مع احتياجات المرضى السريرية. وهذا يتسبب باستخدام غير فعال للأسرة والموارد ووقت المقدّم للرعاية مما يؤدي في النهاية إلى: انخفاض في الإنتاجية؛ واكتظاظ في قسم الطوارئ (ED)؛ وقبولات ضائعة؛ وتأخيرات في غرفة العمليات (OR)؛ وأطباء وكادر ومرضى غير راضين؛ وإيرادات متناقصة؛ ومصروفات متصاعدة.

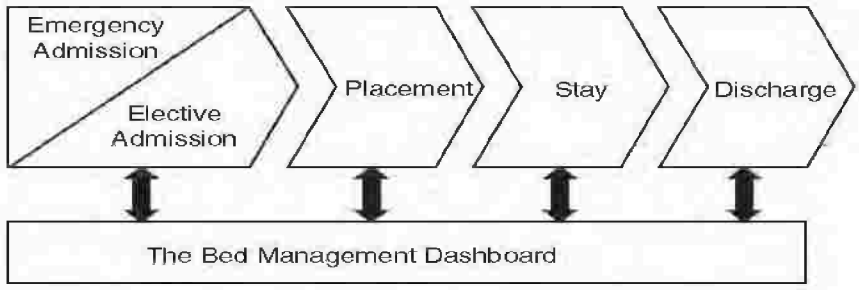
اتجاهات الصناعة Industry Trends

سرعان ما تصبح المخاوف من وصول المريض الى رعاية المستشفى مسألة الرعاية الصحية الأكبر والأكثر إلحاحا على جدول الأعمال العام. يناضل العديد من المستشفيات الآن للتكيف مع الزيادات المفاجئة في أعداد المرضى. تسجل المستشفيات على الصعيد الوطني أعداداً لم يسبق لها مثيل لمرضى العيادات الخارجية والمرضى المنوَّمين، في حين أن مستويات معدل إشغال يقارب الـ ١٠٠ ٪ ليست غير شائعة. تتضافر هذه المشاكل مع اتجاهين على الصعيد الوطني في المستشفيات: (١) تزايد في أعداد المرضى، و (٢) نقصان في أعداد الأسرة.

تضطر بعض المستشفيات إلى تحويل سيارات الاسعاف بعيداً وإلى إلغاء أو تأخير عملية جراحية اختيارية بسبب نقص الأسرة في المستشفيات. ينتظر مرضى قسم الطوارئ (ED) في مستشفيات أخرى لساعات أو حتى أيام من أجل غرف. ليس لدى الإدارة معلومات لتتمكن من الملاءمة استباقياً بين الطلب على المرضى والمستوى المناسب من توظيف الممرضات. بالإضافة إلى ذلك، فإن من المرجح أن يعاني المتقدون في السن من جيل المواليد المرتفعة (baby boomers) أمراضاً أو إصابات خطيرة، وتساعد التطورات الطبية الأطباء على علاج حالات ربما كان المرضى ببساطة قبلوها في الماضي. هناك نقص في الموظفين بصفة عامة من العاملين في المستشفى، وخصوصا بين الممرضات. ومع عدم وجود أي علامة على التباطؤ في هذه الاتجاهات فإنه يظهر أن هذه المشاكل في رعاية المستشفى ستبدأ بالتصعيد في المستقبل المنظور (AHA, 2001).

الحل The Solution

إن لوحة القياس والتحكم لإدارة الأسرة (BMD) هي منتج لتحسين العملية ودعم اتخاذ القرار في الوقت الحقيقي يتم استخدامه من قبل مديري المستشفيات والأطباء والإداريين على أساس مستمر. إنه نظام على نطاق المؤسسة يتفاعل بشكل مباشر وغير مباشر مع جميع الأقسام في جميع أنحاء استمرار الرعاية (انظر الشكل رقم ١٣٦,٢).



الشكل رقم (٢,١٣٦). لوحة القياس والتحكم لإدارة الأسرة عبر المؤسسة: تتفاعل الـ BMD مع جميع الأقسام في أنحاء استمرار الرعاية (مثل الطوارئ والعمليات والعناية المركزة والإدارة).

تحسين العملية Process Improvement

إن تحسين العملية هو نتيجة وفائدة من عملية إدارة مركزية للأسرة تحافظ على المدخل الإكلينيكي وتتضمن دعماً تكنولوجياً. تبسّط الـ BMD عملية قبول ونقل وتخريج المرضى عن طريق:

- تحسين عمليات تحديد أماكن (placement) المرضى.
- زيادة كفاءة الموظفين (بتخفيض النفقات الإدارية بإلغاء الأعمال الورقية والمكالمات الهاتفية مثلاً).
- تحسين الاستفادة من الأسرة (بتخفيض الاستخدام غير الملائم لأسرة التنويم مثلاً من دون تفويض الدافع، مراقبة + ٢٣ ساعة للمرضى الخارجيين بتنبيهات تلقائية).
- تحسين الاستفادة من الموارد المادية (مثل أسرة وغرف ضغط سلبي مراقبة).
- إدارة تدفق المرضى في حالة فشل نظام أو شبكة القبول/ التخريج / النقل (ADT) (التعافي من الكوارث).
- التمكين من إدارة سعة (capacity management) تنبؤية وفي الوقت الحقيقي.
- توفير سمات سريرية لاستكمال بيانات الـ ADT (مثل القياس عن بعد ومحطات تمريض قريبة).

ينتج عن هذا:

- تقليل الاكتظاظ في غرفة الطوارئ.
- تقليل التأخيرات في غرفة العمليات.
- زيادة رضا الأطباء الموظفين.
- تدفق مرضى محسَّن.
- توفير في الوقت.
- علاج أفضل للمرضى وتحسين رضا العملاء.

- خفض التحويلات والقبولات الضائعة.
- زيادة الإيرادات وخفض النفقات.
- تقليل الموظفين.

دعم القرار Decision Support

تسمح الـ BMD للإداريين والإكلينيكيين والمدراء بالوصول إلى معلومات المرضى وتوافر الأسرة بسهولة وتحليل هذه المعلومات وعرضها في الوقت الحقيقي. فهي توفر:

- تقارير تاريخية و تنبؤية في الوقت الحقيقي عند الطلب.
- تنبيهات وتحذيرات وتوصيات.
- القدرة على تبادل المعلومات في جميع أنحاء المؤسسة.
- التزويد بتوافر الأسرة المتوقع لأي نقطة زمنية (point-in-time).
- القدرة لصانعي القرار للانتقال بسهولة من تحليلات "الصورة الكبيرة" إلى تفاصيل إجراءات النقل.

وينتج عن هذا:

- قرارات مدفوعة ببيانات في الوقت المناسب.
- قرارات مُحسَّنة بشأن مستويات التوظيف.
- تقليل الاعتماد على شركات توظيف طرف ثالث من أجل استكمال الكادر الداخلي.
- إدارة أزمات مُحسَّنة في فترات مستويات التعداد المتقلبة بسرعة.
- قدرة مُحسَّنة على التفاوض على العقود مع الدافعين.

تم تشغيل الـ BMD في مستشفى Hartford Hospital منذ نيسان (إبريل) عام ٢٠٠١م. كان لديها أكثر من ٩٠٠ من المستخدِمين المدرَّبين، وكان يمكن الوصول إليها من خلال أكثر من ٢٥٠٠ محطة عمل في جميع أنحاء المنظمة. تم وصل النظام إلى نظام معلومات القبول/ التخريج/ النقل (ADT) للمستشفى (من Siemens/SMS) وإلى أجهزة الاستدعاء (البيجر) والهواتف والبريد الإلكتروني.

برج مراقبة حركة جوية للأسرة An Air Traffic Control Tower for Beds

تشبه الـ BMD في نواحٍ كثيرة برج مراقبة حركة جوية. وكما في برج مراقبة الحركة الجوية الحقيقي فإن هذا التطبيق في الزمن الحقيقي وحاسم للمهمة (mission-critical). يتوجب على الـ BMD التعامل مع أحداث مجدولة وطارئة. يساعد النظام في عمليات اتخاذ القرارات الإكلينيكية والتجارية التي تحدث عندما يحتاج مريض إلى أن يتم تعيين موقع سرير محدد له. وككل فإن هذا النظام يوفر للمنظمات مجموعة من التكنولوجيات التمكينية لـ:

- جدولة/ حجز/ طلب تعيينات لأسرة مرضى.
- تعيين ونقل مرضى من قسم الطوارئ و/ أو مناطق إكلينيكية أخرى مثل وحدات العناية المركزة والوحدات الطبية/ الجراحية وغرف العمليات ووحدات العناية ما بعد التخدير.
- تقليل وإزالة الاعتماد على المكالمات الهاتفية لتوضيح متطلبات المرضى والأسرة.
- تقليل والحد من العمليات الورقية لإدارة مستويات التعداد المتفاوتة.
- تطبيق التحكم الإحصائي بالعمليات (SPC) و منهجيات "Six Sigma" لإدارة الإشغال وتسرب المرضى.
- تزويد الإداريين والمدراء ومقدمي الرعاية بتقارير دقيقة وبناء على الطلب وبتنبيهات آلية عن طريق أجهزة الاستدعاء (البيجر) والبريد الإلكتروني والهاتف ووكلاء البرمجيات الذكية.

كيف يعمل How It Works

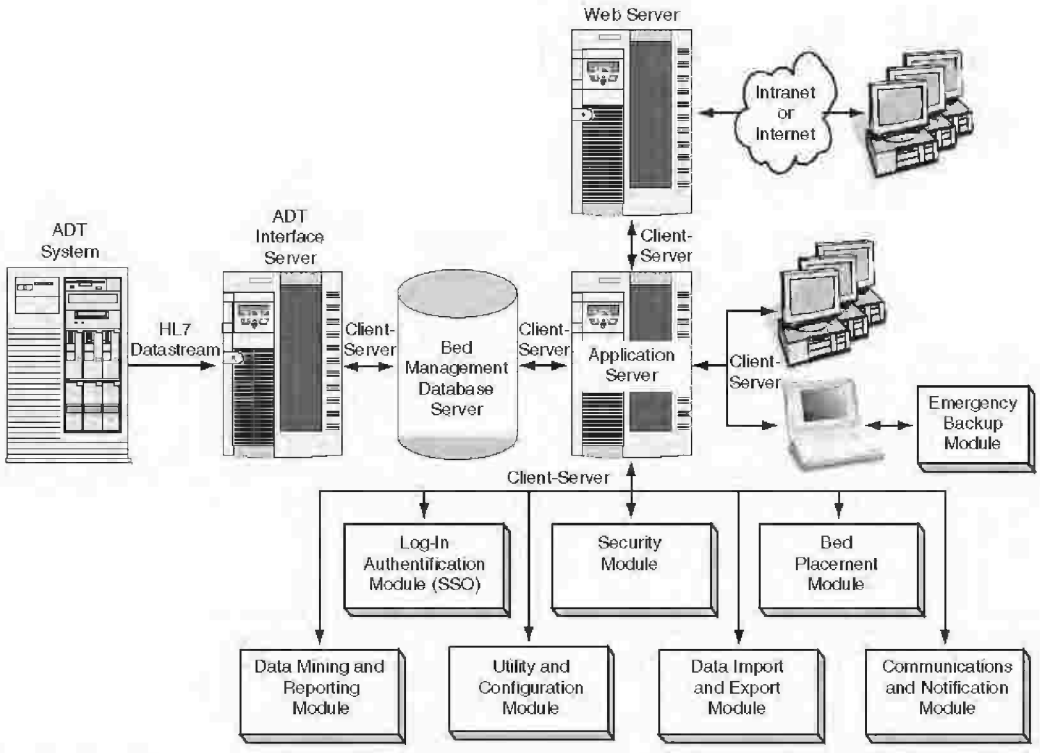
يمكن الوصول إلى لوحة القياس والتحكم لإدارة الأسرة (BMD) عن طريق متصفح إنترنت (web browser) أو عن طريق تطبيق عميل (client application). إن البنية الداعمة لنظام الـ BMD عبارة عن نظام معياري نوني الطبقات مستند إلى مخدّم (standard N-tier server-based system) والذي، وحسب احتياجات المستخدمين النهائيين، يتألف من واحد أو أكثر مما يلي: مخدم إنترنت، ومخدم تطبيق، و مخدم قاعدة بيانات، ومخدم واجهة (إنترفيس) للـ ADT.

يتم تغذية المعلومات الرئيسية من نظام ADT في المستشفى تلقائيا إلى الـ BMD عن طريق دفق بيانات (data stream) من المستوى الصحي السابع (HL7). لقد تم تصميم هذا النظام لقبول مدخلات من شبكات مراقبة المرضى واستدعاء الممرضات. ويوضح الشكل رقم (١٣٦,٣) تدفق المعلومات من نظام الـ ADT إلى حاسوب سطح مكتب المستخدم. يستقبل النظام عادة رسائل عمليات نقل يصل عددها إلى ١٢٠٠٠ يومياً والتي يتم تحليلها إلى عناصر بيانات مناسبة من قبل محلل HL7 ويتم تخزينها على مخدم قاعدة بيانات.

تتصل وحدة توثيق توقيع الدخول (log-in authentication module) بمخزن المستشفى المركزي لدخول المستخدم للتحقق من صلاحية معلومات دخول المستخدم. تتيح هذه الوحدة إمكانية توقيع دخول لمستخدم واحد (SSO) من خلال تزويد المستخدم بنفس اسم المستخدم وكلمة السر المستخدمة من قبل التطبيقات الأخرى التي توثق إلى المخزن المركزي لتوقيع دخول المستخدم.

تتألف الوحدة التكاملية لاستخلاص البيانات والإفادة عنها (integrated data-mining and report module) من عدد من التقارير المعيارية التي تستفيد من طبيعة الـ BMD كمستودع للبيانات. تتضمن هذه التقارير (ولكن لا تقتصر على ذلك): تقرير تعداد تاريخي، وتقرير تعداد في الوقت الحقيقي، وتقرير مدير أسرة، وتقرير تخريج طبيب،

وتقرير مطابقة تخريج. بالإضافة إلى ذلك، فإن الوصول إلى البيانات عن طريق كاتبات تقارير معيارية صناعية مثل Crystal Reports and Access يعطي المستخدمين التقنيين القدرة على إنشاء تقارير معقدة أو خاصة حسبما هو مرغوب. فمثلاً، يقدم الـ BMD إمكانيات تقارير خاصة واسعة تمتد من طول مدة الإقامة (LOS) ومقاييس "يوم الرعاية" ("Care Day") لتحليلات إدارة الأصول (عن الأسرة والاستفادة من مراقبة المريض) إلى تقارير المراقبة الحيوية (biosurveillance) التي تم طلبها من قبل المنظمات المحلية (في الولاية) والاتحادية مثل وزارة الصحة العامة ومراكز السيطرة على الأمراض والوقاية منها.

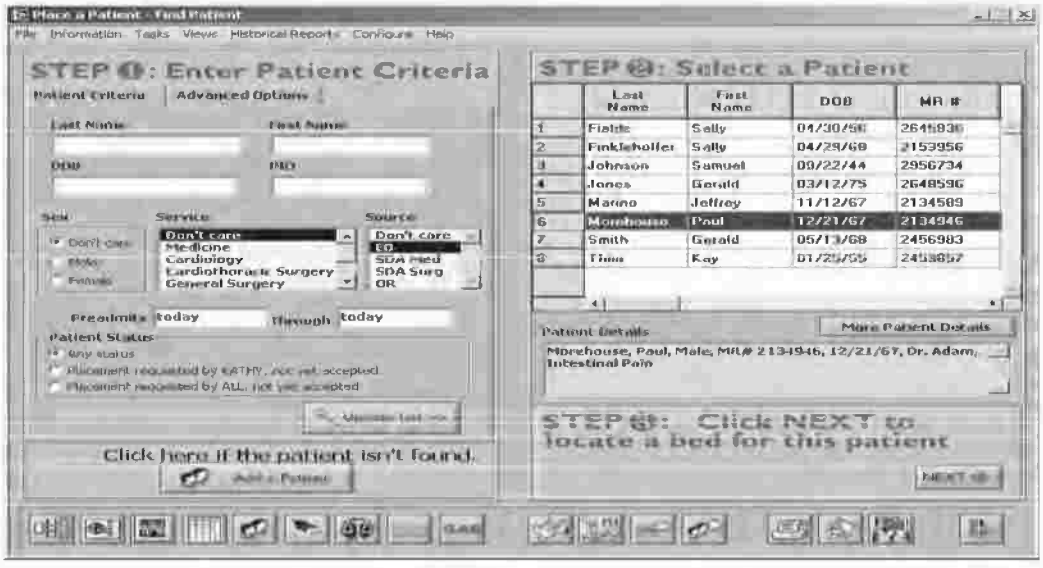


الشكل رقم (١٣٦,٣). مخطط نظام: تتألف الـ BMD من أربعة عناصر رئيسية هي: واجهة (إنترفيس) الـ ADT، ومخدم قاعدة بيانات، ومخدم تطبيق، ومخدم إنترنت. النظام مصمم ليتفاعل مع أي نظام ADT يوفر واجهة HL7 ويستخدم TCP / IP كبروتوكول اتصال.

تعطي وحدة الاستخدام والتشكيل (utility and configuration module) مشغلي النظام القدرة على إدارة مستخدمي الـ BMD (مثل إضافة مستخدمين جدد وتعديل إعدادات أمن مستخدم جديد أو قائم)؛ وعلى إدارة الخدمة والوحدة والغرف والأسرة (مثل إضافة أو تعديل خدمات إكلينيكية ووحدات وغرف وأسرة وعلاقتها ببعضها)؛ وعلى تعريف عتبات تنبيه مؤتمتة؛ وعلى تشكيل مخططات خطة الوحدة الطابقية.

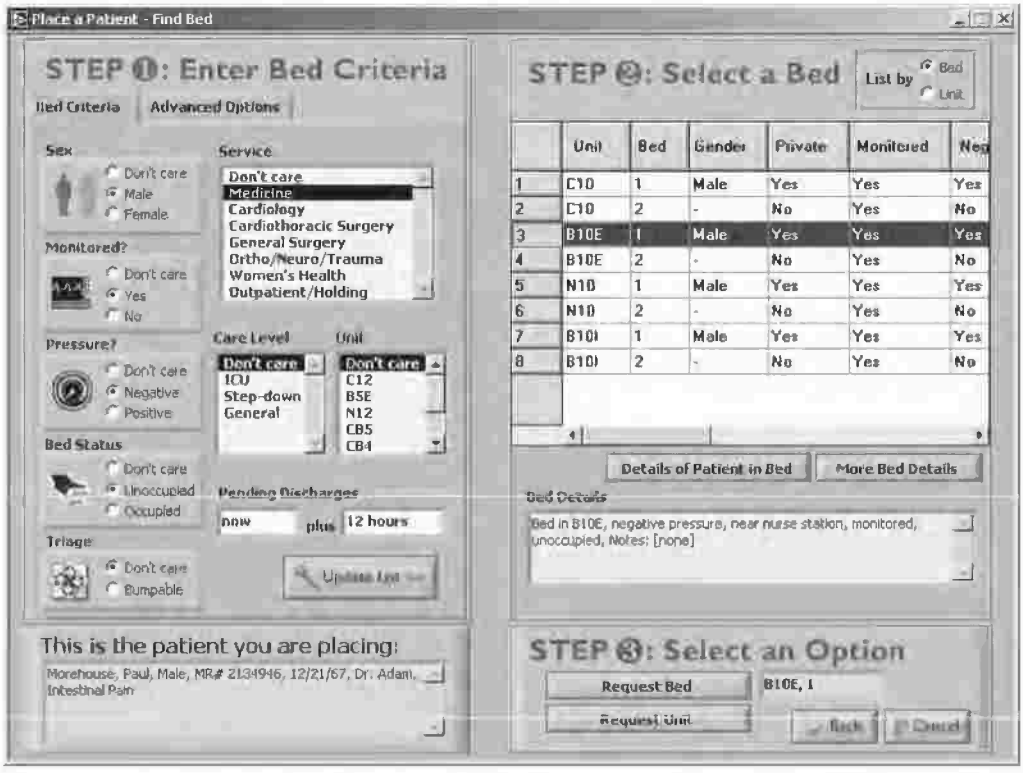
تتألف وحدة خدمة الدعم المدمجة (embedded back-up utility module) من نسخة محلية من قاعدة بيانات إدارة الأسرة التي يتم تحديثها باستمرار. يعطي الوصول إلى قاعدة البيانات هذه المستخدمين نسخة ذاتية الاحتواء ومتحركة للنظام والتي يمكن استخدامها في حال الأعطال الكارثية لأجهزة النظام أو الشبكة أو في حال حدوث أزمة تمنع المستخدمين من الوصول المباشر إلى شبكة المستشفى.

تكمن إحدى الميزات الأكثر أهمية للـ BMD في أنه يعيد تنسيق المعلومات من نظام الـ ADT ويقدمها للمستخدم الإكلينيكي بطريقة أكثر "سهولة للمستخدم" و موجهة حسب العملية. يتم استخدام العروض البيانية الديناميكية والتفاعلية للبيانات على نطاق واسع. يوضح الشكل رقم (١٣٦,٤) الطريقة التي يمكن فيها عرض جميع المرضى من مصدر قبول معطى (مثل قسم الطوارئ) وانتقائهم من "جدول ذكي" قابل للفرز ديناميكياً.



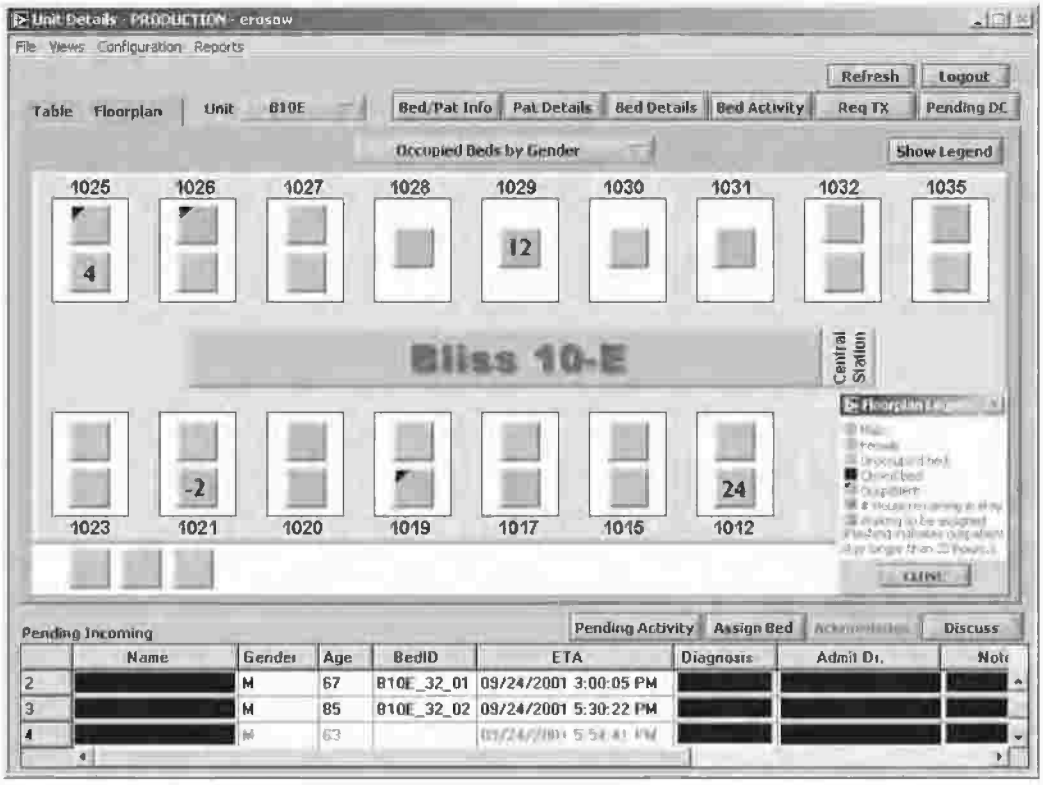
الشكل رقم (١٣٦,٤). البحث عن المريض : هذه الشاشة تستخدم في المقام الأول لطلب سرير للمريض. يدخل مستخدم بداية معايير مختلفة لتحديد المريض. يعرض النظام بعدها كل المرضى الذين يستوفون المعايير المحددة. أخيراً، يختار المستخدم المريض المطلوب ويضغط على "التالي" للانتقال إلى شاشة أخرى، حيث يتم تحديد موقع سرير متاح وطلبه.

يتم تصنيف أسرة المستشفى بوصفها لها "صفات" معرَّفة مسبقا مثل كونها "مراقبة" أو معينة لخدمة "الجراحة". يتم وصف احتياجات المرضى بصفات بشكل مشابه مثل "مراقبة مطلوبة" أو "مجدول للجراحة". وكما هو موضح في الشكل رقم (١٣٦,٥) فإن الـ BMD يساعد في العثور على تلك الأسرة المتاحة في المستشفى التي تلبي الاحتياجات المحددة للمريض من خلال توجيه الكادر الطبي من خلال مجموعة من شاشات العملية التي تقوم بالملاءمة.



الشكل رقم (١٣٦,٥). البحث عن السرير : بمجرد اختيار المريض يتم استخدام شاشة "الباحث عن سرير" هذه تستخدم لتحديد مكان سرير محدد أو وحدة محددة للمريض. يُدخل المستخدم أولاً معايير مختلفة حول نوع السرير المطلوب (مثل جنس المريض وإذا كان مطلوب مراقبة وغرفة ضغط سلبي). يعرض النظام بعدها كل الأسرة المتاحة التي تفي بالمعايير المحددة. أخيراً، يختار المستخدم سريراً أو وحدة خاصة للمريض المحدد مسبقا.

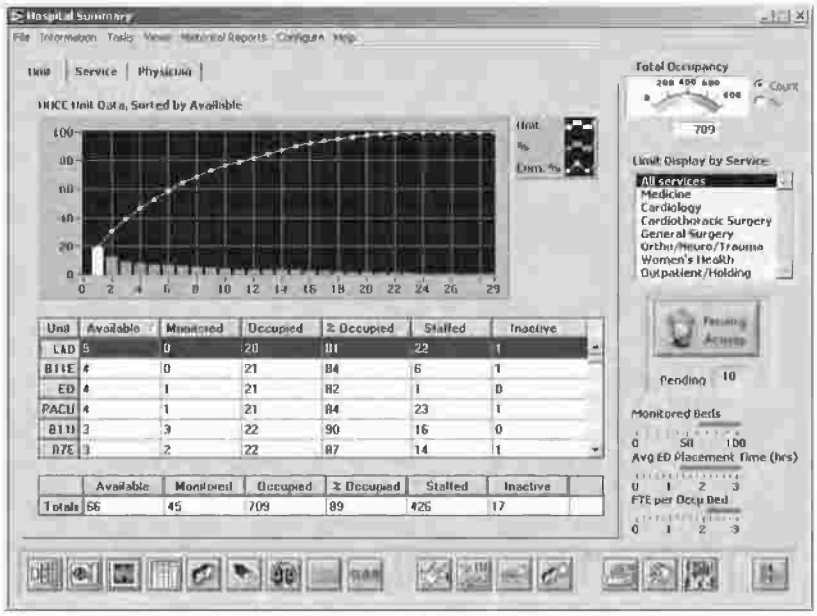
يمكن جعل قرارات موضعة المريض مركزية أو غير مركزية. تتيح لوحة القياس والتحكم تواصلاً سليماً بين الفرقاء المناسبين. يتم تتبع حالة القرارات أوتوماتيكياً ويمكن لعملية مراقبة أن تكشف عن أي تأخيرات في العملية وتبلغ أصحاب المصلحة الرئيسيين بها. يمكن أن يتم إبلاغ أقسام القبول أو الطوارئ أوتوماتيكياً بالقرارات إذا كان ذلك مناسباً. يتم توفير الإبلاغ عن معلومات برؤية شاشة بيانات مباشرة على الإنترنت مصممة لتلبية احتياجات فئة معينة من مستخدمي النظام. يستطيع موظفو الوحدة رؤية إما معلومات تفصيلية أو لفات موجز عن مرضاهم. يوضح الشكل رقم (١٣٦,٦) السبل التي يمكن بها رؤية معلومات المريض في نسق مخطط طابقي ديناميكي وتفاعلي.



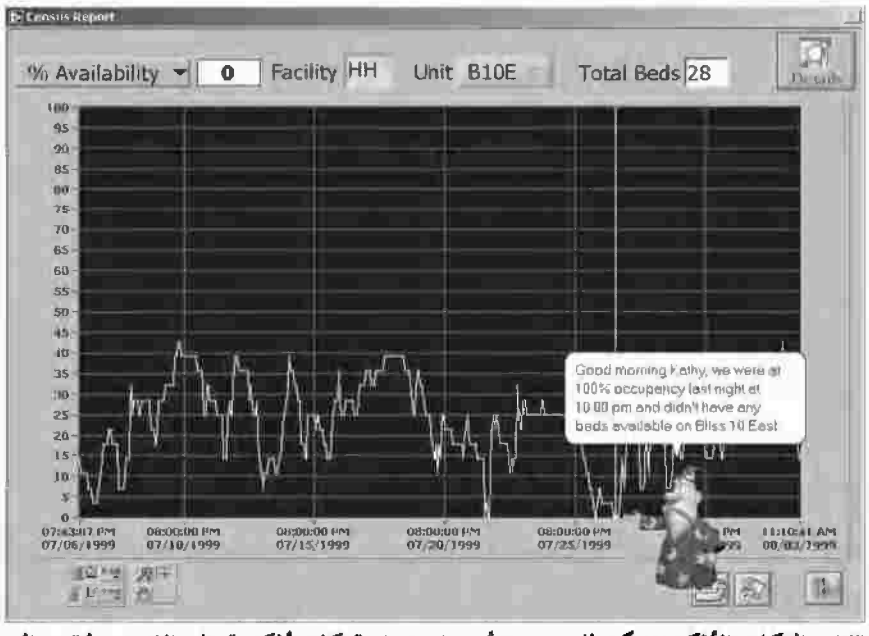
الشكل رقم (١٣٦,٦). تفصيلات الوحدة (رؤية مخطط طابقي): توفر هذه الشاشة رؤية رسوم بيانية من وحدة عناية مركزة. يتم تمثيل كل سرير كمربع باستخدام رؤية مخطط طابقي. الألوان المستخدمة للدلالة على الصفات المحددة للمريض أو السرير. مثلاً، تشير الشاشة أعلاه إلى الأسرة المتاحة بالأخضر والمشغولة بالأحمر. الأسرة الرمادية (الوامضة) هي تلك التي في انتظار التخريج والسرير الأسود مغلق أو غير فعال. كثير من الخيارات الأخرى المرمزة بالألوان متاحة عبر منطقي سحب. تشمل هذه صفات سرير ومريض مثل الجنس والسرير المراقب وغرفة الضغط السلبي والخدمة (مثل قلبية وجراحة وعظام).

يستطيع الإداريون ومديرو البرنامج رؤية بيانات على نطاق أوسع يشمل وحدات أو خدمات أو أطباء متعددين. يوضح الشكل رقم (١٣٦,٧) مثالاً لتقرير موجز.

إن السمة الرئيسية لهذا النظام هي استخدامه لـ "وكلاء أذكياء" ("Intelligent Agents"). هؤلاء الوكلاء على الإنترنت، وكما هو مبين في الشكل رقم (١٣٦,٨)، يراقبون ويحللون باستمرار معلومات المرضى والتعداد ولديهم القدرة على كشف حالات نظام رئيسية مثل تعداد عالي في وحدة (أي لا يتوفر أسرة) أو زمن موضعة زائد في قسم الطوارئ لمريض بعينه أو التأخير في الرد على طلبات موضعة.

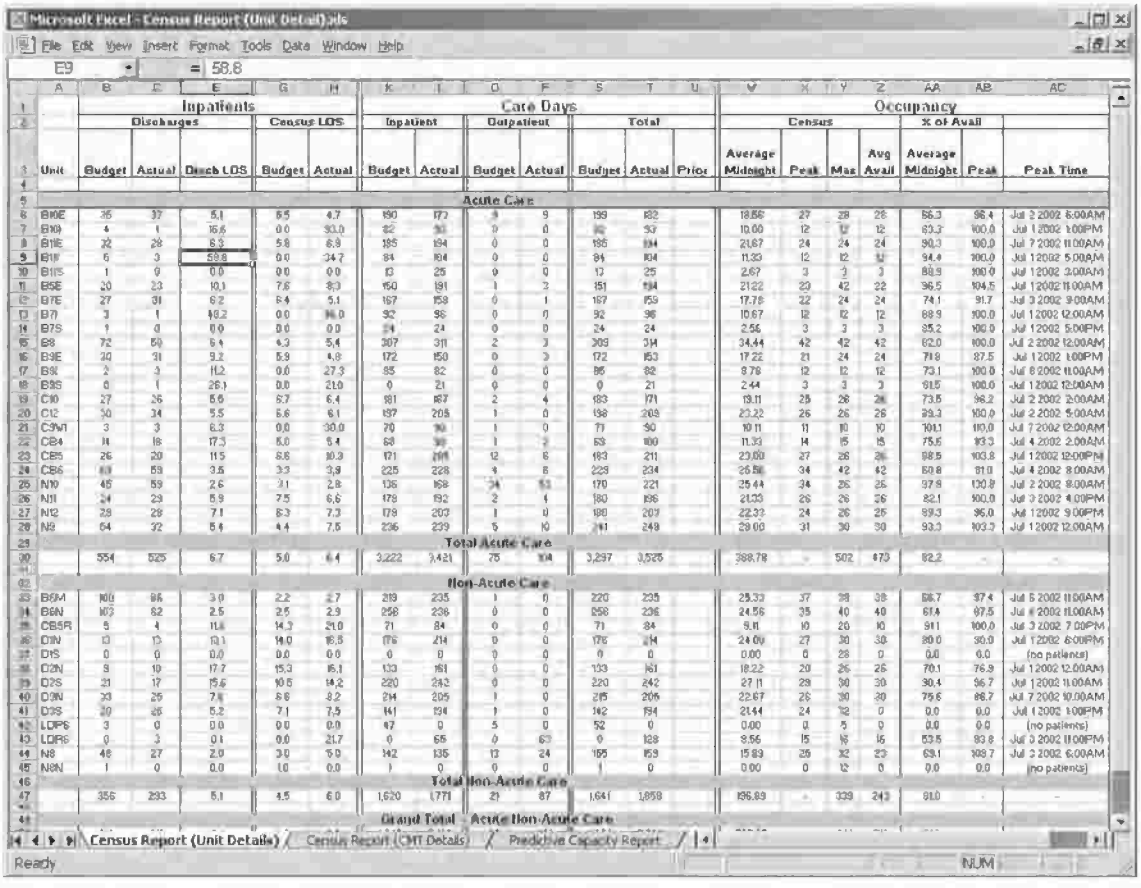


الشكل رقم (١٣٦,٧). ملخص مستشفى: تستخدم هذه الشاشة في المقام الأول من قبل الإداريين الذين هم بحاجة ليروا رؤية عامة لوضع المستشفى. يصور الجدول والرسوم البيانية الوحدات المختلفة وملخصات الوضع الحالي لكل وحدة. يمكن لهؤلاء المرضى أيضا أن يتم ضمهم للخدمات أو تصنيفهم من قبل الطبيب. بالإضافة إلى ذلك ، يمكن تجميع المرضى بطرق عديدة أخرى مثل وقت القبول وطول مدة البقاء ، وتشخيص القبول.



الشكل رقم (١٣٦,٨). الوكلاء الأذكياء: يمكن للـ BMD أيضا استخدام "وكلاء أذكياء" على الإنترنت لتقديم العون والمساعدة لتنبيه المستخدم لظروف التنبيه المهمة التي لولا ذلك ربما مرت مرور الكرام من دون ملاحظة. يمكن للرسائل أن تكون في شكل وكيل على الشاشة (مثل Merlin the Wizard) أو عبر البريد الإلكتروني و/ أو البيجر و/ أو والفاكس و/ أو الهاتف.

تتيح الـ BMD للمستخدمين تشغيل استعلامات في الوقت الحقيقي وتقارير عن التعداد الحالي والمستقبلي للمستشفى (الشكل رقم (١٣٦,٩). يتم تصنيف هذه التقارير حسب الحالات: مرضى منومين، مرضى خارجيين، وحدات حادة، وحدات غير حادة، و/ أو الخدمات ("فرق الإدارة التعاونية"). يتم بالإضافة إلى ذلك إعطاء فكرة عن التخريج بالميزانية (budgeted discharge) وطول مدة البقاء وإحصاءات الرعاية النهارية جنباً إلى جنب مع مؤشرات الإشغال المتوسط والذروي.



الشكل رقم (١٣٦,٩). تقرير تعداد وميزانية تفصيلي.

سرية المريض Patient Confidentiality

يتم إدماج نظام ذي أمن كامل في لوحة القياس والتحكم للتدقيق في وصول المستخدم ولتكليف المستخدمين بأدوار نظام قابلة للتعريف. تقتصر هذه الأدوار على عمليات محددة ويحظر عليها رؤية أو تغيير بيانات معينة. إن النظام مصمم ليكون متوافقاً تماماً مع تطور لوائح قانون محاسبية ومحمولية التأمين الصحي (HIPAA).

الـ BMD في مستشفى Hartford Hospital يوم ١١ سبتمبر عام ٢٠٠١م

The BMD at Hartford Hospital on September 11, 2001

لعبت لوحة القياس والتحكم دوراً حاسماً في مستشفى Hartford في ذلك اليوم المريع من ١١ أيلول (سبتمبر) عام ٢٠٠١م. عندما وصلت الأخبار من نيويورك (على بعد ١٠٠ ميلاً فقط) إلى مستشفى Hartford تم الإخبار بتوقع المئات من المرضى المصابين. كان لدى المستشفى في ذلك الوقت سبعة أسرة شاغرة فقط، اثنان منها أسرة وحدة عناية مركزة. لعبت الـ BMD دوراً هاماً فيما يتعلق بتوفير معلومات الإشغال في الزمن الحقيقي وإدارة تنبؤية للسعة وتقديم تقارير عن المراقبة الحيوية (biosurveillance reporting).

ساعدت لوحة القياس والتحكم على وجه التحديد فيما يلي:

- حسنت الكفاءة من خلال إزالة الحاجة للألواح البيضاء والعديد من المكالمات الهاتفية.
- سمحت بتقارير إشغال تنبؤية للمساعدة في الإفراج عن ١٥٠ سريراً في الوقت المناسب وبشكل منظم.
- وفرت وسيلة فعالة لجمع بيانات المراقبة الحيوية (biosurveillance data) وتقديم تقرير عنها والتي كانت مطلوبة من قبل وزارة الصحة العامة في ولاية كونيتيكت.

إن العامل الرئيسي في قصة النجاح هذه هو أنه تم ربط لوحة القياس والتحكم مباشرة بقاعدة بيانات تعداد المستشفى بحيث أنه كان هناك باستمرار بيانات دقيقة متاحة لمركز القيادة والتحكم. لقد تم بسهولة وبسرعة وبشكل متكرر مراجعة إظهارات لوحة القياس والتحكم لتسهيل اتخاذ القرار التفاعلي.

عوائد مثبتة للاستثمار (ROI) Demonstrated Return on Investment (ROI)

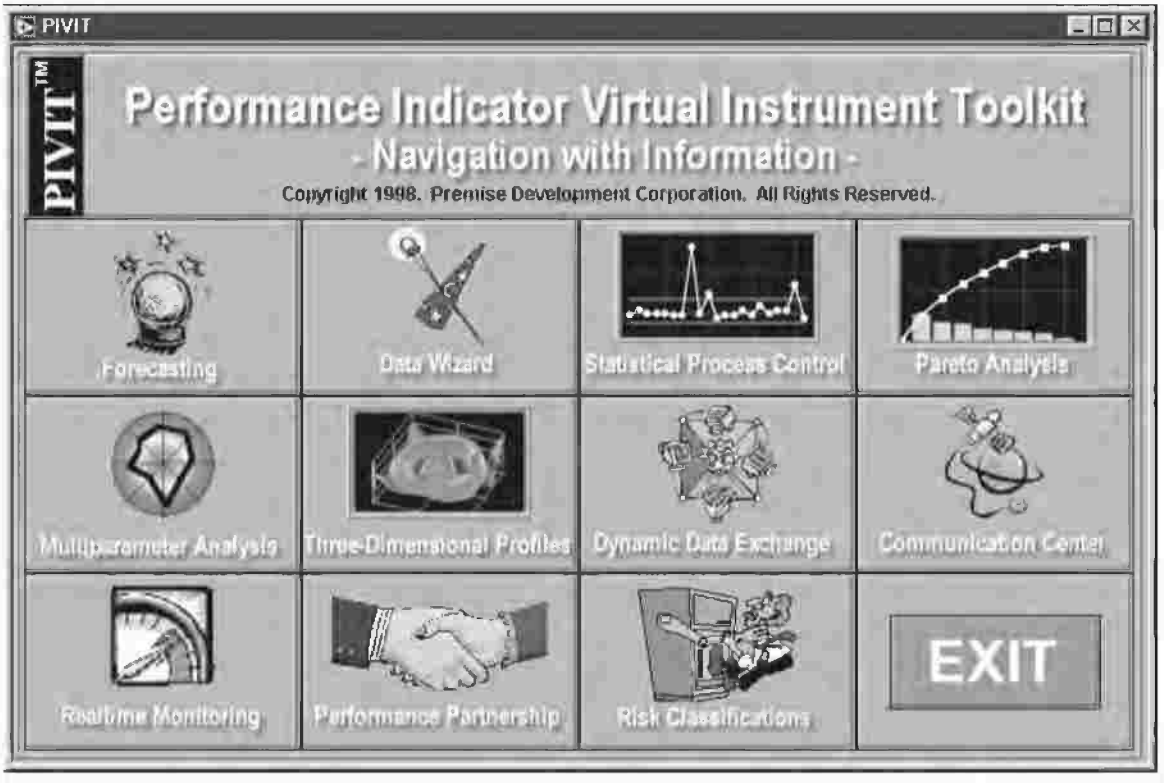
لقد رد النظام أكثر من ثمنه منذ تركيبه في شهر نيسان (أبريل) عام ٢٠٠١م من خلال تحقيق المؤشرات التالية التي تم الحصول عليها من الملاحظات الفعلية في مستشفى Hartford.

- تجنب تكاليف سنوية بمقدار مئتي ألف دولار من خلال تخفيض عدد الـ Bed Manager FTEs اللازمة.
- انخفاض بنسبة ٥٠ ٪ في عدد من المكالمات الهاتفية لكل تعيين سرير / موضعة مريض.
- انخفاض ٧٥ ٪ إلى ٩٠ ٪ في الزمن الكلي اللازم لعملية موضعة المريض.
- انخفاض بنسبة ٥٠ ٪ في عدد من النماذج الورقية المستخدمة.
- زيادة ٢٥ ٪ في الإنتاجية من خلال تنبيه مديري الأسرة إلى تخريجات أسرع من تلك المبلّغة لهم.
- انخفاض قدره ٤٠ دقيقة في طول مدة تقارير منسقي القبول في نهاية الوردية.
- يتوقع المستشفى توفير "آلاف من الدولارات كل يوم" من خلال تنفيذ نظام BMD للتنبيه عن المرضى الخارجيين. (لا يزال يتعين تحديد تلك الدولارات).

دراسة حالة رقم ٢: صندوق أدوات الجهاز الافتراضي لمؤشر الأداء (الـ PIVIT)

Case Study #2: PIVIT™-Performance Indicator Virtual Instrument Toolkit

إن غالبية أمثلة إدارة المعلومات الواردة في هذا الفصل هي جزء من مجموعة تطبيقات تدعى PIVIT ™. الاسم هو اختصار لعبارة "صندوق أدوات الجهاز الافتراضي لمؤشر الأداء" (الأحرف الأولى لكلماتها باللغة الإنجليزية). إن الـ PIVIT منتَج لجمع وتحليل البيانات سهل الاستخدام. تم تطوير الـ PIVIT خصيصاً كاستجابة للحاجة إلى المجموعة الواسعة من المعلومات والتحليل في جميع أنحاء بيئة الرعاية الصحية. يوضح الشكل رقم (١٣٦,١٠) القائمة الرئيسية (main menu) للـ PIVIT.



الشكل رقم (١٣٦,١٠). القائمة الرئيسية لصندوق أدوات الجهاز الافتراضي لمؤشر الأداء (PIVIT).

يطبِّق الـ PIVIT تكنولوجيا الأجهزة الافتراضية لتقييم وتحليل وتوقع مؤشرات الأداء الإكلينيكية (السريرية) والتشغيلية والمالية. تتضمن بعض الأمثلة تطبيقات تعطي صورة (profile) عن مؤشرات مؤسسية (مثل أيام المريض والتخريجات ونسبة الإشغال والـ ALOS والإيرادات والنفقات) وعن مؤشرات إدارية (مثل الرواتب وغير الرواتب (nonsalary) والنفقات الكلية والنفقات لكل تخريج مكافئ والـ DRGs). تتضمن تطبيقات أخرى للـ PIVIT مراجعة الأقران ذات الـ ٣٦٠ درجة وعمل صورة (بروفايل) لرضا العملاء وتقييم مخاطر الأجهزة الطبية.

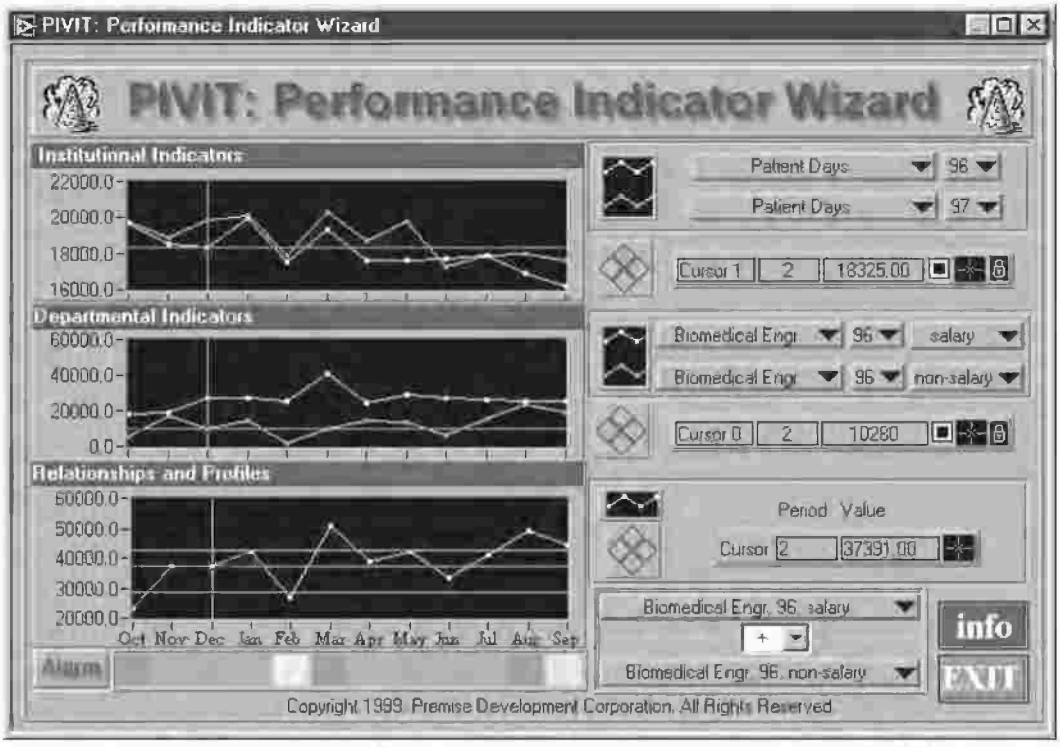
يستطيع الـ PIVIT الوصول إلى بيانات من مصادر بيانات متعددة. وافتراضياً فإنه يمكن الوصول إلى أي محدد (بارامتر) بسهولة وعرضه من لوحة جدولية (spreadsheet) معيارية (قياسية) وتطبيقات قاعدة بيانات (مثل Microsoft و Access و Excel و Sybase و Oracle) وذلك باستخدام تكنولوجيا توصيلية قاعدة البيانات المفتوحة (Open Database Connectivity (ODBC) technology) من مايكروسوفت. وعلاوة على ذلك فإنه يمكن عمل صورة (بروفيل) لمحددات (بارامترات) متعددة ومقارنتها في الزمن الحقيقي مع أي بارامتر آخر عبر إظهارات رسوم قطبية تفاعلية وثلاثية الأبعاد. يمكن بالإضافة إلى عمل بروفيل في الزمن الحقيقي أن يتم استخدام تحليلات أخرى مثل التحكم الإحصائي بالعمليات ((statistical process control (SPC) لعرض مجموعات كبيرة من البيانات على شكل رسوم بيانية. لقد تم تطبيق الـ SPC بنجاح لعدة عقود لمساعدة الشركات على تقليل التغيرات في عمليات التصنيع. تمتد أدوات الـ SPC هذه من رسوم Pareto graphs إلى مخططات Run and Control charts. وبالرغم من أنه لن يكون من الممكن وصف جميع هذه التطبيقات، إلا أنه يتم تقديم أمثلة عديدة أدناه لتوضيح قوة الـ PIVIT.

الاتجاه (النزعة) والعلاقات والإنذارات التفاعلية Trending, Relationships, and Interactive Alarms

يوضح الشكل رقم (١٣٦.١١) جهازاً افتراضياً يصل تفاعلياً إلى مؤشرات مؤسساتية ومحددة بقسم ويقوم بعمل صورة (بروفيل) لها من أجل المقارنة. يمكن الحصول على مجموعات البيانات مباشرة من لوحة جدولية (spreadsheet) معيارية (قياسية) وتطبيقات قاعدة بيانات (مثل Microsoft و Access و Excel و Sybase و Oracle). لقد أثبتت هذه المقدرة أنها قيمة للغاية فيما يتعلق بسرعة الوصول ومشاهدة مجموعات كبيرة من البيانات. وفي العادة فإنه كان يتوجب انتقاء مجموعات بيانات متعددة محتواة ضمن لوحة جدولية أو قاعدة بيانات، ومن ثم كان يتوجب إنشاء رسم بياني (chart) جديد لهذه البيانات. يختار المستخدم ببساطة باستخدام الـ PIVIT البارامتر المطلوب من أي قائمة من قوائم السحب (pull-down menus)، ويتم رسم مجموعة البيانات هذه على الفور ومقارنتها مع أي مجموعة بيانات أخرى.

يقوم "مؤشر عتبة" ("threshold cursors") تفاعلي بشكل ديناميكي بإبراز بارامتر ما عندما يكون فوق و/ أو تحت قيمة مستهدفة محددة. يمكن للبارامترات المعروضة أيضاً أن تكون نسباً لأي قيم مقيسة (مثل "النفقة لكل تخريج مكافئ" أو "نسبة الإيرادات إلى المصاريف"). سيتغير لون المؤشر استنادا إلى الدرجة التي تتجاوز بها قيمة البيانات القيمة العتبية (مثل من أخضر إلى أصفر إلى أحمر). إذا ما تم تجاوز عتبات متعددة فإن كامل خلفية الشاشة (عادة رمادية) سوف تتغير إلى اللون الأحمر لتنبيه المستخدم إلى حالة متطرفة.

أخيراً، تم استخدام الوسائط المتعددة من قبل الـ PIVIT لتنبيه موظفين معينين برسالة صوتية من الكمبيوتر الشخصي أو بإرسال رسالة أوتوماتيكية بالبريد الإلكتروني أو الفاكس أو أجهزة الاستدعاء (البيجر) أو الهاتف المحمول.

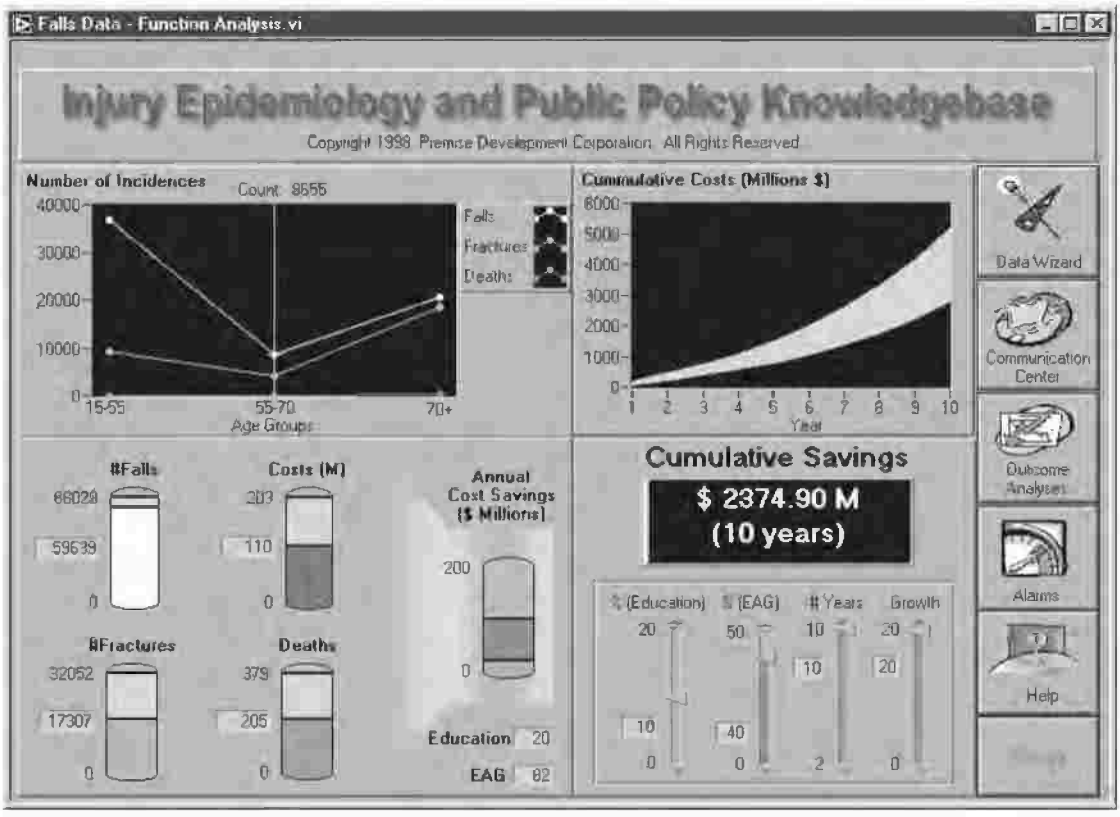


الشكل رقم (١٣٦,١١). الـ PIVIT : عرض معالج مؤشر أداء لمؤشرات مؤسساتية و للأقسام.

إن بمقدور الـ PIVIT أيضاً عمل صورة (بروفيل) للاتجاهات (النزعات) التاريخية وتوقع قيم مستقبلية. يمكن أن يكون التوقع مستنداً إلى تاريخ معرَّف بالمستخدم (user-defined) (مثل "أشهر من أجل الارتداد (Regression)") أو إلى نوع الارتداد (خطي أو أسي أو متعدد الحدود) أو إلى عدد الأيام أو الشهور أو السنوات المطلوب التوقع لها وعما إذا كان ينبغي تطبيق أي تعويض (offset) على التوقع. تسمح هذه الخصائص للمستخدم بإنشاء عدد غير محدود من سيناريوهات "ماذا لو" وبالسماح فقط لمجال البيانات المرغوب فيها بأن يتم تطبيقها على توقع ما. يتم أيضاً بالإضافة إلى عرض المخططات لقيم البيانات تقديم جداول تاريخية ومتوقعة. تبدو وتعمل هذه الجداول المدمجة كلوحة جدولية (spreadsheet) معيارية (قياسية).

نمذجة البيانات Data Modeling

يوضح الشكل رقم (١٣٦,١٢) طريقة أخرى يمكن أن يتم بها تطبيق الجهاز الافتراضي على النمذجة المالية والتوقع المالي. يعطي هذا المثال صورة (بروفيل) بالرسوم البيانية لنسب الاعتلال والوفيات والتكاليف السنوية المرتبطة بالسقطات ضمن ولاية كونيتيكت. لقد أثبت هذا الجهاز أنه أداة نمذجة فعالة للغاية نظراً لمقدرته على إبراز العلاقات والافتراضات تفاعلياً ولتوقعه لتكاليف و/ أو وفورات توظيف برامج تعليمية وبرامج تداخلية أخرى.

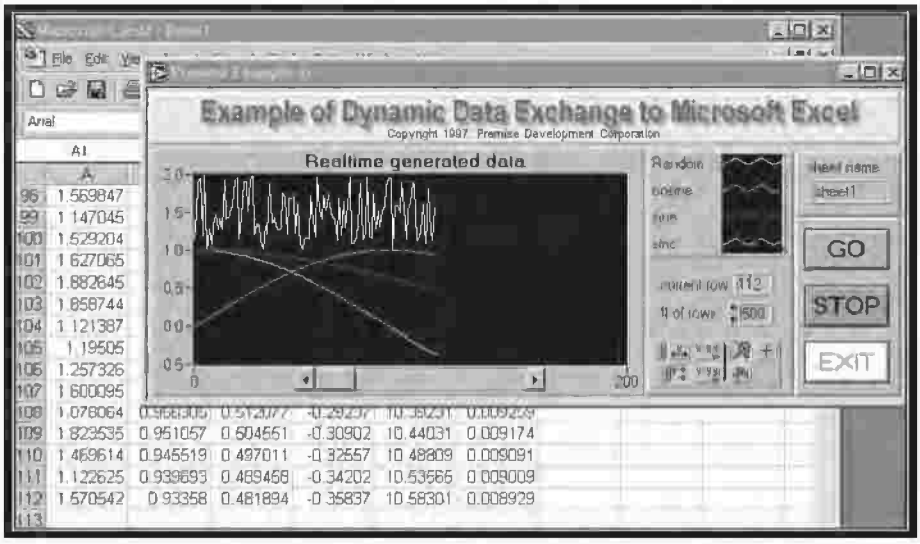


الشكل رقم (١٣٦,١٢). علم وبائيات الإصابات وقاعدة المعرفة للسياسة العامة.

ليست مثل هذه الأدوات الافتراضية مفيدة فقط فيما يتعلق بالنمذجة والتوقع وإنما، وربما بشكل أكثر أهمية، أنها أصبحت "قاعدة للمعرفة" يمكن بها إثبات التدخلات ومدى فعالية هذه التدخلات إحصائياً.

يوضح البرنامج المثال في الشكل رقم (١٣٦,١٣) سبلاً يمكن بها للجهاز الافتراضي استخدام تكنولوجيا Microsoft Windows® المعيارية (في هذه الحالة Dynamic Data Exchange (DDE)) لنقل البيانات إلى تطبيقات برمجية شائعة الاستخدام مثل Microsoft Access® أو Microsoft Excel.®. إن من المثير للاهتمام أن نلاحظ أن الجهاز الافتراضي في هذا المثال يستطيع قياس ورسم إشارات متعددة في الوقت الذي يرسل فيه هذه البيانات إلى تطبيق آخر يمكن أن يتواجد على الشبكة أو عبر الإنترنت.

يستطيع الجهاز الافتراضي بالإضافة إلى استخدام الـ DDE أن يستخدم بروتوكولات أخرى للاتصالات بين التطبيقات (interapplication communication). يمتد مجال هذه البروتوكولات من الاتصال التسلسلي البسيط إلى الـ TCP/IP والـ ActiveX.



الشكل رقم (١٣٦,١٣). مثال على التبادل الديناميكي للبيانات (DDE) من أجل الاتصالات بين التطبيقات.

يوضح الشكل رقم (١٣٦,١٤) مركز الاتصالات. يبيّن هذا التطبيق طرقاً مختلف يستطيع بها المستخدم توصيل معلومات إلى جميع أنحاء المنظمة. يمكن استخدام مركز الاتصالات ببساطة لإنشاء وطباعة تقرير أو يمكن استخدامه لإرسال بريد إلكتروني وفاكسات أو رسائل إلى جهاز نداء (بيجر) أو حتى لترك رسائل بريد صوتي. هذه ميزة قوية من حيث أنه يمكن توزيع المعلومات بسهولة وكفاءة لأفراد ومجموعات في الزمن الحقيقي.

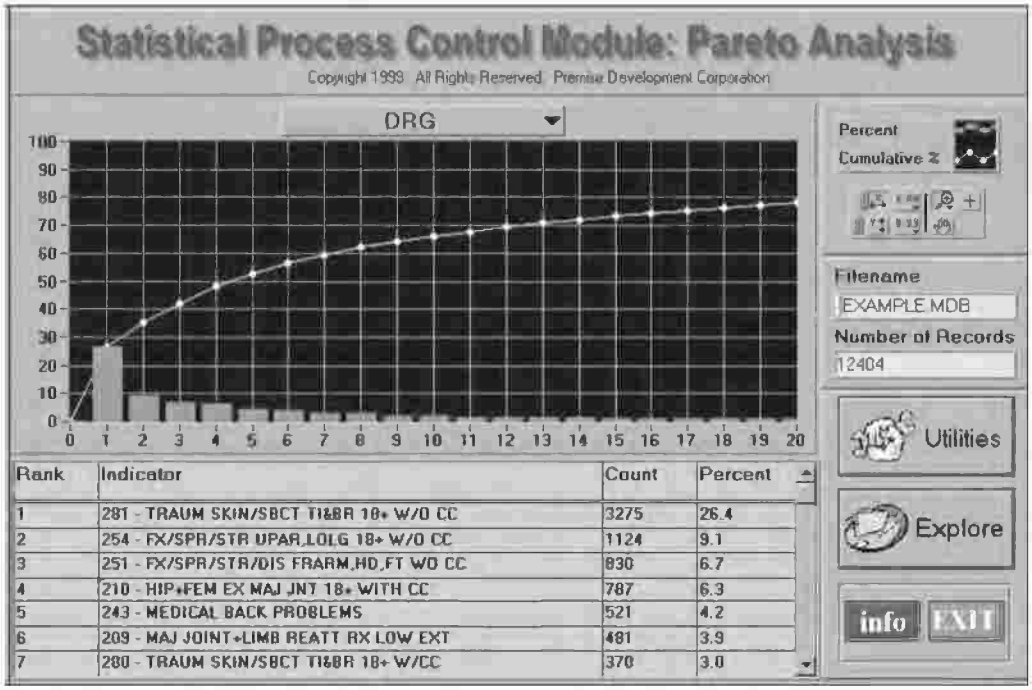
يمكن بالإضافة إلى ذلك استخدام تكنولوجيا Microsoft Agent لانبثاق أداة مساعدة ذات رسوم متحركة ("Merlin the Wizard"). يمكن استخدام Merlin بعدئذ لإيصال رسالة أو للإشارة إلى حالة إنذار أو يمكن استخدامه لمساعدة المستخدم على حل مشكلة أو للإشارة إلى تباين ربما كان قد اختفى من دون ملاحظة لولاه. يستخدم الوكلاء Agents خوارزمية تحويل "نص إلى كلام "ليتكلم" فعلاً عن تحليل أو تنبيه مباشرة إلى المستخدم أو مستلم الرسالة. يمكن بهذه الطريقة تقديم مساعدة مباشرة على الإنترنت ودعم للمستخدم بلغات متعددة.

بالإضافة إلى إعطاء صورة (بروفايل) في الزمن الحقيقي عن مختلف البارامترات فإنه يمكن استخدام تحليلات أكثر تقدماً مثل التحكم الإحصائي بالعمليات (SPC) لمشاهدة مجموعات بيانات كبيرة على شكل رسوم بيانية.

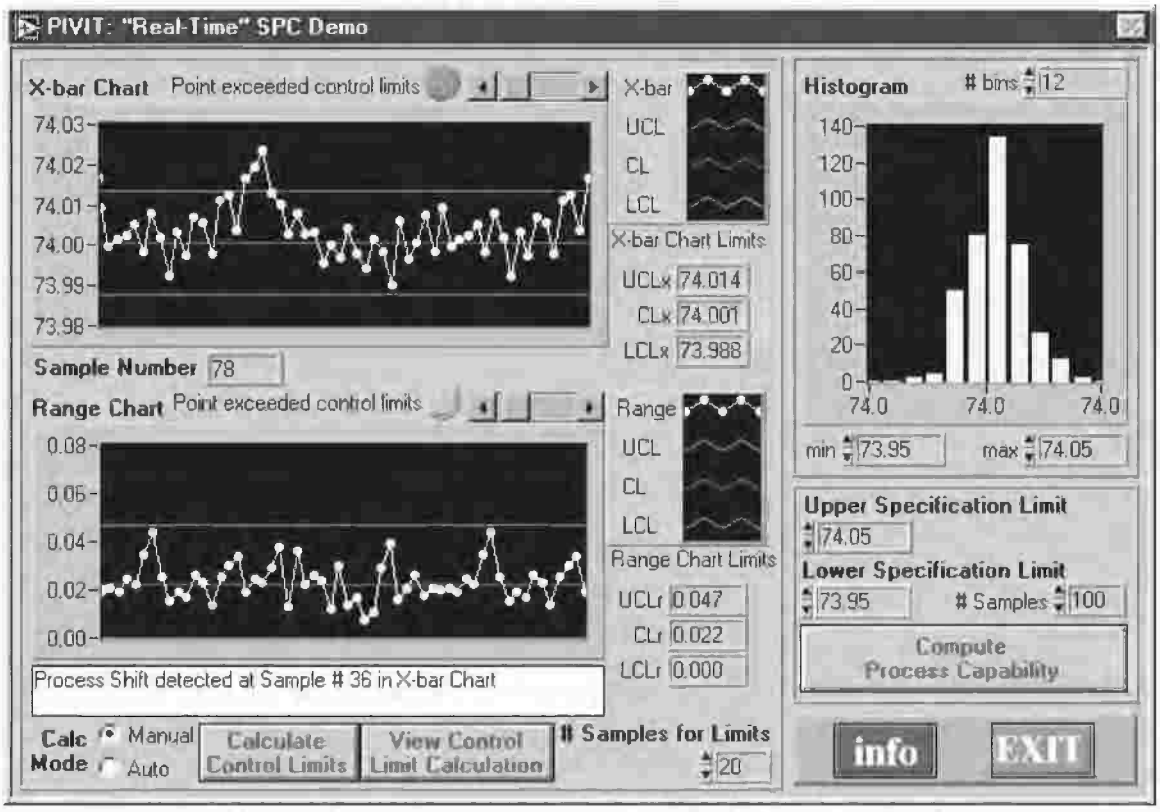
إن للـ SPC تطبيقات هائلة في جميع أنحاء الرعاية الصحية. كانت مثل هذه التطبيقات المتصوَّرة دوافع مهمة لدمج أدوات الـ SPC في مجموعة الـ PIVIT من الأدوات الافتراضية. إن الشكل رقم (١٣٦,١٥) مثال على سبيل المثال لطريقة يمكن فيها تطبيقها تحليل باريتو (Pareto analysis) على عينة قاعدة بيانات رضيات (trauma database) لأكثر من ١٢ ألف تسجيل. يمكن لمخطط باريتو (Pareto chart) أن يُظهر التردد أو النسبة المئوية وهذا يتوقف على اختيار اللوحة الأمامية، ويستطيع المستخدم الاختيار من مجموعة متنوعة من بارامترات مختلفة عن طريق النقر على قائمة "السحب للأسفل" ("pull-down"). يمكن تهيئة هذه القائمة لتعرض تلقائياً كل حقل في قاعدة البيانات مباشرة من قاعدة البيانات.

يمكن في هذا المثال اختيار مجالات مختلفة لقاعدة البيانات (مثل : الـ DRG والـ Principal Diagnosis والـ Town والـ Payer) من أجل تحليل باريتو. تتضمن الأدوات الأخرى تشغيل المخططات والتحكم بها وتوزيعات قدرة العملية.

الشكل رقم (١٣٦,١٤). مركز الاتصالات في PIVIT .



الشكل رقم (١٣٦,١٥). التحكم الإحصائي بالعمليات – تحليل باريتو لعينة تسجيل صدمة.



الشكل رقم (١٣٦,١٦). التحكم الإحصائي بالعمليات – تطبيق SPC في "الزمن الحقيقي".

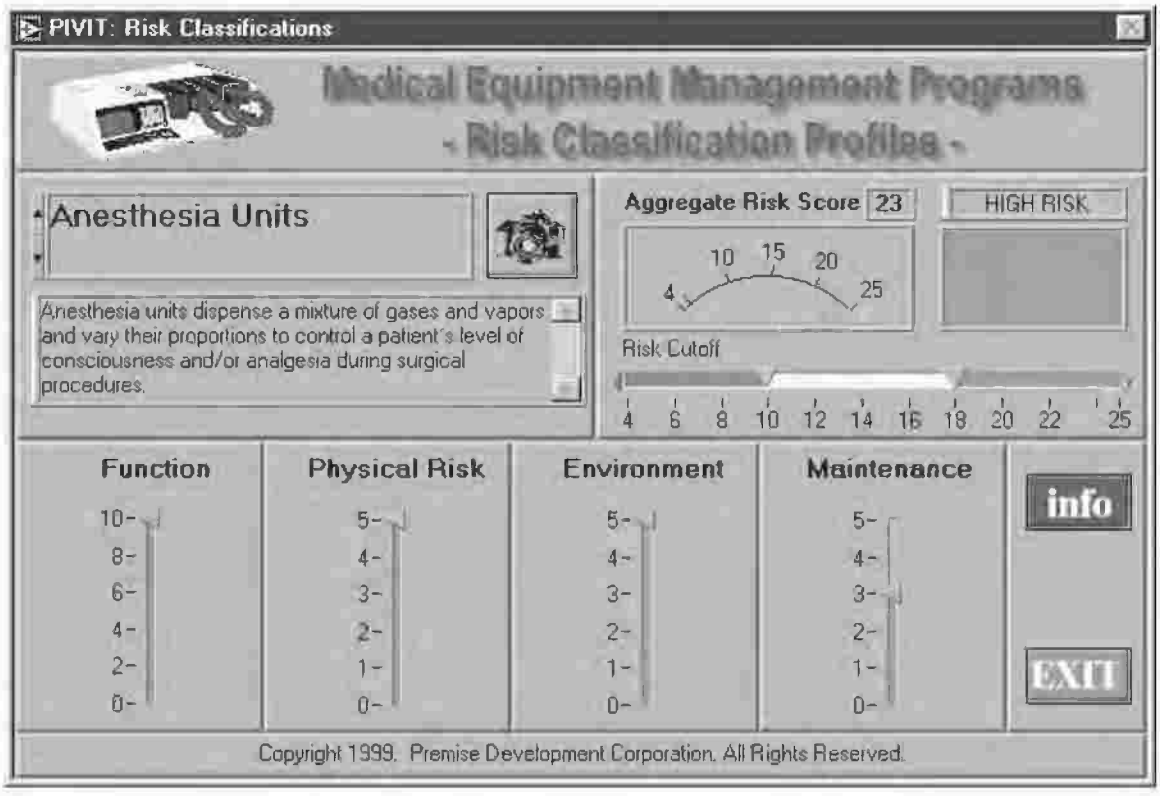
معايير مخاطر الأجهزة الطبية Medical Equipment Risk Criteria

يوضح الشكل رقم (١٣٦,١٧) تطبيق جهاز افتراضي يبين الطريقة التي تُستخدَم فيها أربع فئات مخاطر "ساكنة (ستاتيكية)" (وقيمها المقابلة) لتحديد الإدراج لأجهزة إكلينيكية في برنامج إدارة الأجهزة الطبية في مستشفى Hartford. تتضمن كل فئة من فئات المخاطر فئات فرعية نوعية يتم تعيين نقاط لها، وعندما تضاف معاً وفقاً للصيغة الواردة أدناه، تعطي علامة إجمالية سوف تتراوح من ٤ الى ٢٥.

يتم تصنيف الأجهزة بأخذ هذه النقاط بالاعتبار في خمسة مستويات للأولوية (أي: عالية، متوسطة، منخفضة، قائمة رمادية، عدم إدراج في برنامج إدارة الأجهزة الطبية). إن فئات المخاطر الأربعة الستاتيكية هي: وظيفة الجهاز (EF)، والمخاطر الجسدية (PR)، وتصنيف الاستخدم البيئي (EC)، ومتطلبات الصيانة الوقائية (MR).

وظيفة الجهاز (EF): Equipment Function

يتم ترتيب الفئات الوظيفية المختلفة للأجهزة (أي: علاجية وتشخيصية وتحليلية ومتنوعة). يوضح الجدول رقم (١٣٦,١) العلامات المحددة (specific rankings) لهذه الفئة.



الشكل رقم (١٣٦,١٧). منمّط (بروفيل) تصنيف مخاطر الأجهزة الطبية.

الجدول رقم (١٣٦,١). الترتيب الوظيفي للأجهزة.

فئة المخاطر (١): وظيفة الجهاز (EF)	
العلامة بالنقاط	وصف الوظيفة
١٠	علاجية — داعمة للحياة
٩	علاجية — جراحية أو عناية مركزة
٨	علاجية — علاج طبيعي (فيزيائي) أو معالجة
٧	تشخيصية — جراحية أو مراقبة عناية مركزة
٦	تشخيصية — مراقبة فيزيولوجية أخرى
٥	تحليلية — تحليلية مخبرية
٤	تحليلية — ملحقات مخبرية
٣	تحليلية — كمبيوتر وما له صلة به
٢	متفرقة — ذات صلة بالمريض
١	متفرقة — غير ذات صلة بالمريض

المخاطر المادية (PR): Physical Risk

يتم سرد "سيناريو الحالة الأسوأ" لإمكانية المخاطر المادية إما للمريض أو لمشغل الجهاز.

الجدول رقم (١٣٦,٢). ترتيب المخاطر الجسدية.

فئة المخاطر (٢): المخاطر المادية (EF)	
العلامة بالنقاط	وصف مخاطر الاستخدام
٥	موت المريض محتمل
٤	إصابة (أذية) المريض محتملة
٣	علاج غير مناسب أو سوء تشخيص
٢	تضرر الجهاز
١	ليس هناك مخاطر مهمة محددة

تصنيف الاستخدم البيئي (EC): Environmental Use Classification

يتم ذكر المنطقة الأولية للجهاز التي يتم استخدامه فيها.

الجدول رقم (١٣٦,٣). ترتيب تصنيف الاستخدام البيئي

فئة المخاطر (٤): تصنيف الاستخدم البيئي (EC)	
العلامة بالنقاط	المنطقة الأولية لاستخدام الجهاز
٥	أمكنة تحذير
٤	مناطق عناية مركزة
٣	أمكنة رطبة/ مختبرات/ مناطق فحص
٢	مناطق عناية عامة بالمريض
١	مناطق لا علاقة لها برعاية المريض

متطلبات الصيانة الوقائية (MR): Preventive Maintenance Requirements

يتم وصف مستوى وتواتر (تردد/تكرار) عمليات الصيانة المطلوبة.

الجدول رقم (١٣٦,٤). الترتيب حسب الصيانة الوقائية.

فئة المخاطر (٣): الصيانة الوقائية (MR)	
العلامة بالنقاط	تواتر (تكرارية) الصيانة الوقائية
٥	شهري
٤	ربع سنوي
٣	نصف سنوي
٢	سنوي
١	غير مطلوب

يتم حساب العلامة الإجمالية للمخاطر الساكنة (الستاتيكية) على النحو التالي:

العلامة الإجمالية للمخاطر = MR + EC + PR + EF

يتم تصنيف الأجهزة الطبية وفقا لأولوية الاختبار ودرجة المخاطر باستخدام نظام المعايير الموصوف آنفاً:

ذات مخاطر عالية High Risk

هي الأجهزة التي تحصل على علامة من ١٨-٢٥ نقطة على نظام تقييم المعايير. يُخصص لهذه الأجهزة المخاطرة الأعلى من أجل الفحص والمعايرة والإصلاح.

ذات مخاطر متوسطة Medium Risk

هي الأجهزة التي تحصل على علامة من ١٥-١٧ نقطة على نظام تقييم المعايير.

ذات مخاطر منخفضة Low Risk

هي الأجهزة التي تحصل على علامة من ١٢-١٤ نقطة على نظام تقييم المعايير.

مراقبة الأخطار (رمادي) Hazard Surveillance (Gray)

يتم فحص الأجهزة التي تحصل على علامة من ٦-١١ نقطة على نظام تقييم المعايير بصرياً على أساس سنوي خلال جولات مراقبة (رصد) الأخطار في المستشفى.

إلغاء برنامج إدارة الأجهزة الطبية Medical Equipment Management Program Deletion

يمكن إلغاء الأجهزة والمعدات الطبية التي تمثل مخاطرة صغيرة وتحصل على علامة أقل من ست نقاط من برنامج إدارة الأجهزة الطبية وكذلك من جرد مخزون الأجهزة الإكلينيكية.

ستأخذ الإصدارات المستقبلية لهذا التطبيق بالاعتبار أيضاً عوامل المخاطرة "الديناميكية" مثل: أخطاء المستخدم، ومتوسط الزمن بين الأعطال (MTBF)، وأعطال الجهاز في غضون ٣٠ يوماً من الصيانة الوقائية أو الإصلاح، وعدد السنوات الزائدة عن العمر المفيد الموصى به من قبل الاتحاد الأمريكي للمستشفيات (AHA).

مراجعات أداء الأقران Peer Performance Reviews

لقد تم تصميم الجهاز الافتراضي الموضح في الشكل رقم (١٣٦,١٨) من أجل الحصول على معلومات الأداء وتجميعها بسهولة فيما يتعلق بالكفاءات على مدى المؤسسة. لقد تم إنشاؤه ليتيح لكل عضو من فريق أو قسم أن يشارك في تقييم زميل عمل (مراجعة الأقران ذات الـ ٣٦٠ درجة).

يتم عرض شاشة توقيع دخول للمستخدم بمجرد تشغيل التطبيق حيث يقوم المستخدم بإدخال اسم مستخدم وكلمة مرور. التطبيق مقسم إلى ثلاث مكوّنات. يعطي المكوّن الأول (القسم العلوي) صورة (بروفيل) للموظف ولمعلومات الخدمة ذات الصلة. يشير المكوّن الثاني (القسم الأوسط) إلى كل كفاءة كما هي معرَّفة للموظفين

والمديرين وكبار المديرين. يسمح المكوّن الأخير (القسم السفلي) للمراجع بتقييم الأداء عن طريق اختيار واحد من أربعة "أزرار راديو" ("radio buttons") وأيضا بإعطاء تعليقات خاصة ذات صلة بكل كفاءة. يتم تجميع هذه المعلومات فيما بعد (مع مراجعين آخرين) كتغذية راجعة (feedback) في الزمن الحقيقي.

الشكل رقم (١٣٦,١٨). مراجعات الأداء باستخدام التجهيزات الافتراضية.

دراسة حالة رقم ٣: الـ BioBench: – تطبيق جهاز افتراضي للحصول على بيانات وتحليل إشارات فيزيولوجية

Case Study #3: BioBench: — A Virtual Instrument Application for Data Acquisition and Analysis of Physiological Signals

تعتمد الصناعة الطبية الحيوية اعتماداً كبيراً على المقدرة على الحصول على كميات كبيرة من البيانات وتحليلها وعرضها. وسواء ما إذا كان الأمر يتعلق بأبحاث آليات ومعالجات الأمراض برصد وتخزين الإشارات الفيزيولوجية، أو بأبحاث آثار التفاعلات لأدوية مختلفة، أو بتعليم طلاب في مختبرات حيث يدرسون إشارات وأعراض فيزيولوجية، فقد كان من الواضح أن هناك طلبا قويا على أداة مرنة وسهلة الاستخدام وفعالة من حيث

التكلفة. قام مهندسون طبيون حيويون ومهندسو برمجيات وإكلينيكيون وباحثون في مقاربة (نهج) تعاونية بإنشاء مجموعة من الأجهزة الافتراضية تدعى BioBench™.

إن الـ BioBench™ من شركة National Instruments, Austin, TX عبارة عن تطبيق برمجي جديد مصمم للحصول على بيانات فيزيولوجية وتحليلها. لقد تم بناؤه مع LabVIEW™ البيئة الرائدة عالمياً في تطوير البرمجيات للحصول على البيانات وتحليلها وعرضها. يكامل BioBench جهاز الكمبيوتر الشخصي مع الحصول على البيانات من أجل سوق علوم الحياة وذلك بالاقتران مع لوحات National Instruments data-acquisition (DAQ).

لقد قام العديد من علماء البيولوجيا والفيزيولوجيا باستثمارات كبيرة مع مرور الوقت في أجهزة للحصول على بيانات بُنيت قبل ظهور أجهزة الكمبيوتر الحديثة. وفي حين أن هؤلاء العلماء لا يستطيعون رمي استثماراتهم في هذه الأجهزة إلا أنهم يدركون أن أجهزة الكمبيوتر ومفهوم التجهيزات الافتراضية يقدم فوائد هائلة في تحليل البيانات وتخزينها وعرضها. إن الأجهزة الطبية التقليدية في كثير من الحالات مكلفة للغاية في شرائها و/ أو صيانتها. يختار الباحثون والعلماء نتيجة لذلك إنشاء أنظمة مراقبة بيانات تستند إلى أجهزة كمبيوتر شخصية خاصة بهم على شكل أجهزة افتراضية.

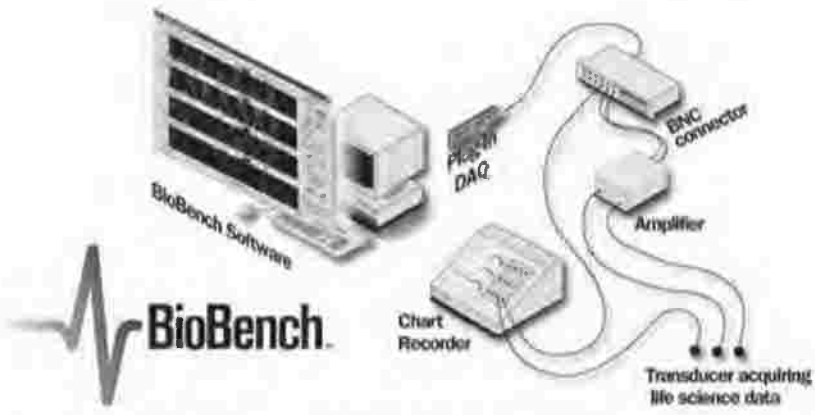
يواجه علماء حياة آخرون بدأوا لتوهم بتجميع أجهزة مخبرية مهمة صعبة في اختيار الأجهزة والبرمجيات اللازمة لتطبيقاتهم. يركز كثير من المصنِّعين لمجال علوم الحياة جهودهم على الحصول على إشارات خام وتحويلها إلى جهود كهربائية خطية قابلة للقياس. إنهم لا يركزون على رقمنة الإشارات (أي تحويلها إلى الشكل الرقمي) أو على تحليل البيانات وعرضها على جهاز الكمبيوتر الشخصي. إن BioBench™ عبارة عن حزمة تسليم مفتاح (أي متكاملة) منخفضة التكلفة لا تحتاج إلى برمجة. إن BioBench™ متوافق مع أي مضخم عزل أو جهاز مراقبة يعطي إشارة خرج تماثلية. يستطيع المستخدم الحصول على بيانات وتحليلها على الفور لأن الـ BioBench يتعرف تلقائياً على أجهزة تحكمات الـ National Instruments DAQ وبالتالي يقلل من أوجاع الرأس التي يسببها الربط والترتيب (configuration headaches).

يتضمن بعض مزايا مراقبة البيانات المستندة إلى الكمبيوتر الشخصي ما يلي:

- تطبيقات برمجية سهلة الاستخدام.
- ذاكرة ومسار PCI bus كبيران.
- قدرات معالجة هائلة.
- تطوير وتصنيع حسب الطلب مبسطان.
- تخزين بيانات أكثر ونقل بيانات أسرع.
- تحليل بيانات أكثر كفاءة.

يوضح الشكل رقم (١٣٦,١٩) إعداداً نموذجيً لتجربة حصول على بيانات باستخدام BioBench.

يقدم الـ BioBench أيضاً ميزة قوائم السحب (pull-down menus) التي يمكن من خلالها للمستخدم ترتيب أجهزة مع بعضها. يستطيع لذلك أولئك الذين قاموا باستثمارات رأسمالية كبيرة أن يرحّلوا بسهولة أجهزتهم الموجودة إلى عصر الكمبيوتر. إن مكاملة وتجميع أجهزة فيزيولوجية قديمة وجديدة من مصنّعين متنوعين إجراء مهم ومباشر. إن القدرة على الحصول على إشارات فيزيولوجية متعددة من أجهزة وأدوات طبية متنوعة لا تتواصل بالضرورة مع بعضها بعضاً متطلب شائع في الواقع ضمن البيئات البحثية والإكلينيكية. وغالباً ما يترافق هذا الوضع مع حقيقة أن المستخدمين النهائيين يودون أن يكونوا قادرين على مشاهدة وتحليل شكل موجة بأكمله وليس مجرد قيمة متوسط. يجب على المستخدم النهائي من أجل تحقيق هذا أن يحصل على قنوات متعددة للبيانات عند معدل مرتفع نسبياً للعينة (أخذ العينات)، وأن يكون لديه القدرة على إدارة ملفات بيانات كبيرة كثيرة. يستطيع BioBench جمع ما يصل إلى ١٦ قناة في وقت واحد بمعدل عينة قدره ألف هرتز لكل قناة. يتم تخزين الملفات في صيغة ثنائية (binary format) فعالة تخفف كثيراً من كمية القرص الثابت ومتطلبات الذاكرة في الكمبيوتر الشخصي. هناك عدد من المزايا المتاحة للمستخدم النهائي خلال الحصول على البيانات. تتضمن هذه الميزات: تسجيل البيانات وتسجيل الأحداث والإنذار.



الشكل رقم (١٣٦,١٩). تطبيق طبي حيوي نموذجي باستخدام BioBench.

تسجيل (تدوين) البيانات Data Logging

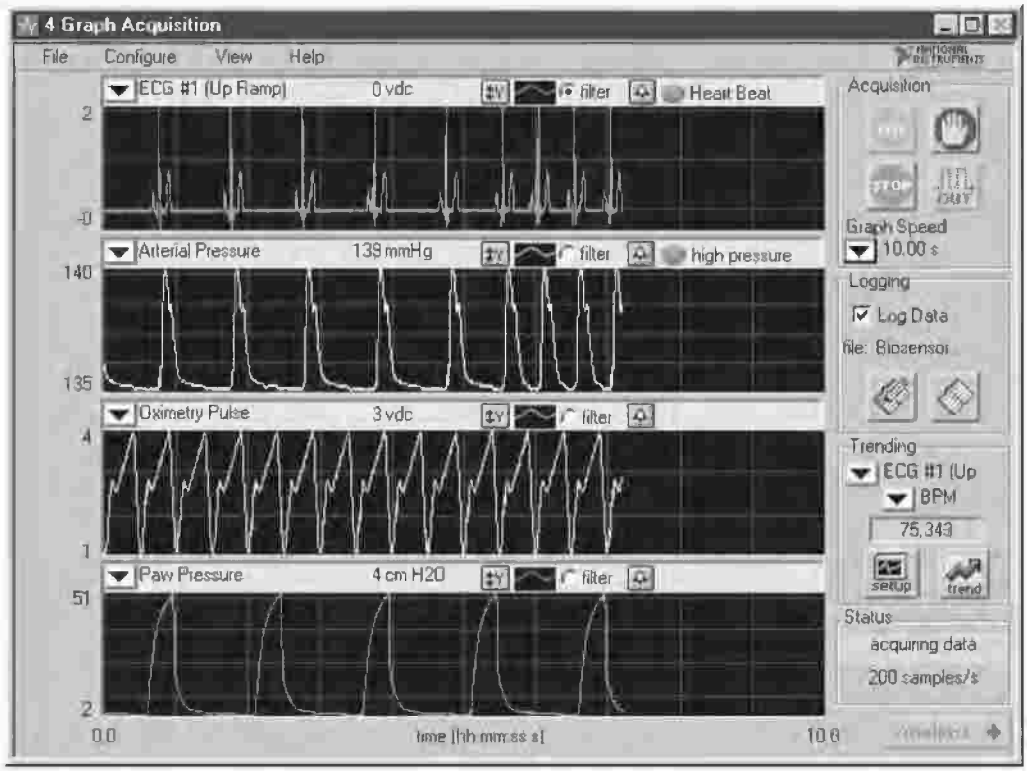
يمكن تفعيل التسجيل قبل أو أثناء عملية الحصول على البيانات. إما أن يطالب التطبيقُ المستخدمَ باسم وصفي للملف أو أنه يمكن تشكيله منسوباً إلى اسم ملف بشكل تلقائي لكل عملية حصول على بيانات. ينشأ عن فصل ووصل خيار تسجيل البيانات سجل حدوث بيانات (data-event record) يمكن تفقده في أي من عروض تحليل BioBench.

تسجيل الأحداث Event Logging

قد تكون القدرة على المشاركة في أوامر المستخدم المقترنة مع ملف بيانات والتعرف عليها ذات قيمة كبيرة. لقد تم تصميم BioBench لتوفير مثل هذه القدرة من خلال التسجيل بشكل تلقائي لأحداث معرفة بالمستخدم وأحداث تحفيز وأحداث تسجيل ملف. يستطيع المستخدم مع الأحداث المعرفة بالمستخدم الدخول بسهولة والمشاركة في ملاحظات مختومة بالتاريخ والوقت مع إجراءات المستخدم أو مجموعات فرعية محددة من البيانات. إن أحداث التحفيز مختومة بالتاريخ والوقت أيضاً وتوفر للمستخدم معلومات حول ما إذا كان تم تشغيل أو إيقاف حافز ما. يتم الإعلام عن أحداث تسجيل ملف عندما يكون قد تم تسجيل بيانات على قرص. يتم تخزين جميع هذه الأنواع من الأحداث مع بيانات خام عند تسجيل بيانات في ملف ويمكن البحث عنها عند تحليل البيانات.

الإنذار Alarming

يتضمن الـ BioBench إنذارات معرفة بالمستخدم لكل إشارة يتم عرضها وذلك لتنبيه المستخدم حول قيم وعتبات بيانات محددة. تظهر الإنذارات على واجهة (إنترفيس) المستخدم أثناء الحصول على البيانات وتنبه المستخدم إذا ما حدثت حالة إنذار. إن الشكل رقم (١٣٦,٢٠) هو مثال لنمط الحصول على البيانات في BioBench.



الشكل رقم (١٣٦,٢٠). نمط الحصول على بيانات في BioBench مع الإنذارات مفعّلة.

يستطيع الـ BioBench بمجرد الحصول على بيانات أن يستخدم مجموعة واسعة من سمات التحليل سهلة الاستخدام. إن لدى المستخدم الخيار في جلب بيانات تم الحصول عليها مؤخراً أو فتح ملف بيانات كان قد تم الحصول عليها لأغراض المقارنة أو التدريس. يسمح الـ BioBench بمجرد اختيار وفتح مجموعة بيانات للمستخدم بأن يختار ويسلط الضوء ببساطة على منطقة ذات اهتمام وبانتقاء خيارات التحليل لأداء روتين محدد.

يطبق الـ BioBench مجموعة واسعة من التحليلات العددية والمصفوفية. فمثلاً تحدد أدوات التحليل العددي الحد الأدنى والحد الأقصى والمتوسط والتكامل والميل لمجموعة مختارة من البيانات، في حين تستطيع أدوات التحليل المصفوفي أن تقوم بتوظيف تحويلات فورييه السريعة (FFTs) وكشف الذروة والمخططات الاحصائية (histograms) والرسم الإحدائي (X-versus-Y plots).

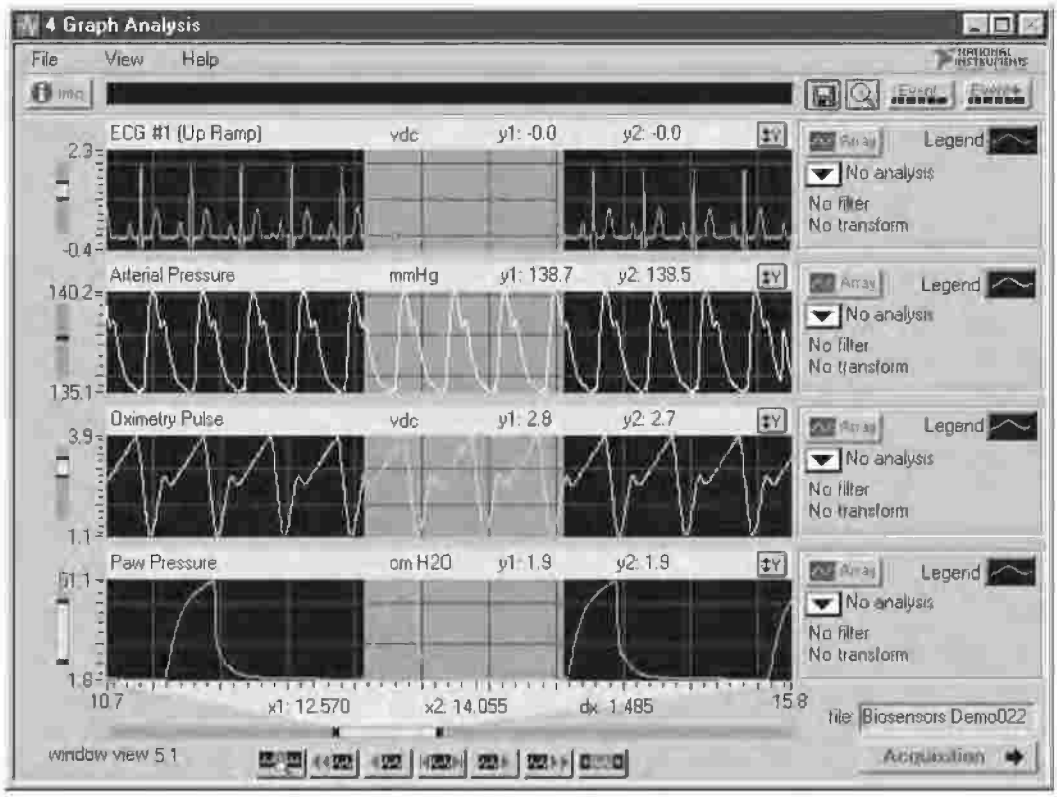
إن القدرة على مقارنة ملفات بيانات متعددة مهم في التحليل، ويسمح الـ BioBench للمستخدم بفتح عدد غير محدود من ملفات البيانات للمقارنة والتحليل في نفس الوقت. يمكن أن يتم مسح جميع ملفات البيانات باستخدام أدوات البحث في BioBench حيث يستطيع المستخدم البحث عن أحداث معينة مرتبطة بمناطق ذات اهتمام. يسمح BioBench بالإضافة إلى ذلك للمستخدم باستخدام مرشحات (فلاتر) وتحويلات لمجموعاته من البيانات، ويمكن تصدير كافة البيانات المسجلة بسهولة إلى لوحة جدولية (spreadsheet) أو قاعدة بيانات لمزيد من التحليل. أخيراً، فإن أي إشارة يتم الحصول عليها بـ BioBench يمكن إعادة عرضها (played back) ومن ثم أخذ خبرة المختبر إلى داخل الصفوف الدراسية. يوضح الشكل رقم (١٣٦,٢١) ميزات التحليل في BioBench.

دراسة حالة رقم ٤: الضغط القلبي الوعائي – نظام لتحليل الأبعاد

Case Study #4: A Cardiovascular Pressure—Dimension Analysis System

إن الانقباضية الذاتية لعضلة القلب (myocardium) هي المحدد المفرد الأكثر أهمية للتنبؤ بجميع الأمراض التي تؤثر افتراضياً على القلب (مثل: مرض الشريان التاجي، أمراض القلب الصمامية، هبوط عضلة القلب). وعلاوة على ذلك فإن من المهم سريرياً أن يكون بالإمكان تقييم وتتبع وظيفة عضلة القلب في حالات أخرى بما في ذلك العلاج الكيميائي حيث يمكن أن يكون اختلال القلب الوظيفي أحد الآثار الجانبية للعلاج، وأمراض الكبد حيث يمكن لاختلال القلب الوظيفي أن يعقد المرض.

إن القياس الأكثر شيوعاً في الاستخدام لأداء القلب هو نسبة القذف (ejection fraction). وعلى الرغم من أنه يوفر قياساً ما لأداء عضلة القلب الذاتي إلا أنه يتأثر بشكل كبير بعوامل أخرى مثل معدل ضربات القلب وشروط التحميل (أي كمية الدم العائد إلى القلب والضغط الذي يقذف القلبُ الدمَ ضده).



الشكل رقم (١٣٦,٢١). نمط التحليل في BioBench.

هناك مؤشرات أفضل لوظيفة العضلة القلبية تستند إلى العلاقة بين الضغط والحجم في جميع أنحاء الدورة القلبية (حلقات الضغط- حجم). بيد أن هذه الأساليب كانت محدودة لأنها تتطلب القدرة على تتبع الحجم البطيني باستمرار أثناء شروط التحميل المتغيرة بسرعة. وفي حين أن هناك أساليب كثيرة لقياس الحجم تحت شروط ثابتة أو في نهاية الانبساط ونهاية الانقباض (الأساس لتحديد نسبة القذف) إلا أن القليل منها لديه القدرة على تسجيل الحجم أثناء شروط تحميل متغيرة.

يمكن لتخطيط صدى القلب أن يوفر صوراً للقلب مباشرة على الإنترنت بوضوحية زمنية عالية (عادة ٣٠ إطار في الثانية الواحدة). إن تخطيط صدى القلب مناسب بشكل مثالي لتحليلات الضغط- الحجم لأنه خالٍ من الإشعاع وليس له أي سمية قابلة للتحديد. إلا أن استخدامه لهذا الغرض وحتى وقت قريب كان محدوداً بالحاجة إلى التتبع اليدوي لحدود القلب الداخلية وهو عبارة عن مسعى ممل للغاية ويستغرق وقتاً طويلاً.

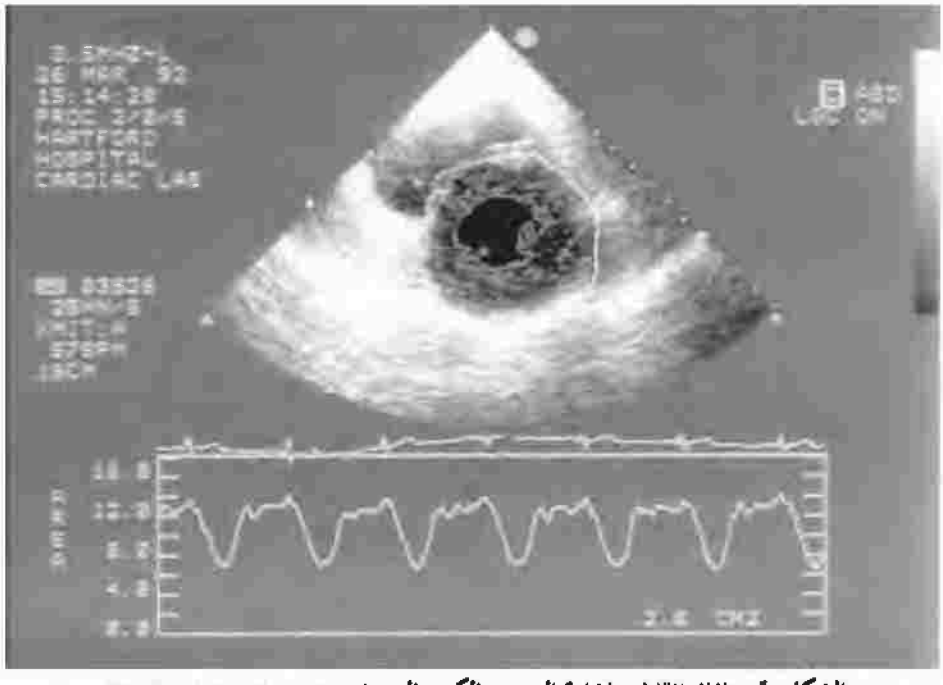
النظام The System

طوّر مهندسون طبيون حيويون ومهندسو برمجيات في شركة Premise Development Corporation (Hartford, CT) بالتعاون مع أطباء وباحثين في مستشفى Hartford Hospital تطبيق أبحاث متطور يُدعى "نظام تحليل الضغط-

البعد القلبي الوعائي (CPDA)". يحصل نظام CPDA على معلومات حجم ومساحة قلبيان صدويان (echocardiographic) من منفذ التحديد الكمي الصوتي (AQ) بالتزامن مع الضغط (الضوط) البطيني وإشارات ECG ليقوم بأداء تحليلات ضغط- حجم وضغط- مساحة بسرعة. قاد تطوير وإثبات صلاحية هذا النظام إلى ملخصات ومنشورات كثيرة في مؤتمرات وطنية بما في ذلك الاتحاد الأمريكي للقلب والكلية الأميركية لطب القلب والجمعية الأمريكية لتخطيط صدى القلب والاتحاد من أجل تقدم التجهيزات الطبية. يسمح هذا النظام المؤتمت بالكامل لأطباء القلب والباحثين بإجراء تحليلات مباشرة على شبكة الإنترنت للضغط- البعد ولعمل الضربة القلبية أثناء قثطرة قلبية روتينية وجراحة قلب مفتوح.

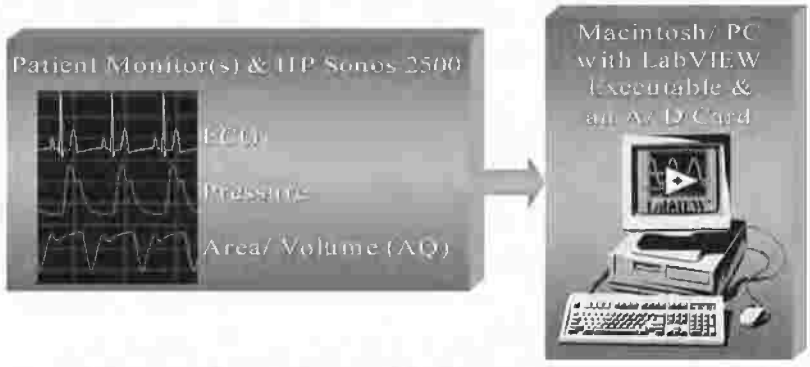
لقد تم تصميم النظام للعمل مع أجهزة كمبيوتر معيارية. يتم ربط الإشارات التماثلية للـ ECG والضغط والمساحة/ الحجم (AQ) إلى لوحة نهاية BNC معيارية. تضمن إجراءات معايرة مؤتمتة أن كل إشارة مقيسة بشكل صحيح وأن يُسمح للمستخدم على الفور بجمع وتحليل العلاقات بين البعد والضغط.

وفر تطوير طريقة مؤتمتة مباشرة على الإنترنت لتتبع الحدود القلبية الداخلية (تكنولوجيا AQ من Hewlett-Packard) (Hewlett-Packard Medical Products Group, Andover, MA) وسيلة لتحديدات مباشرة على الإنترنت وسريعة للمساحة والحجم. يوضح الشكل رقم (١٣٦,٢٢) إشارة الـ AQ هذه من جهاز موجات فوق صوتية ماركة Sonos من شركة Hewlett-Packard. إن هذه الإشارة متاحة كجهد كهربائي تماثلي (-١ إلى +١ فولت) من خلال خيار Sonos Dataport (موصّل BNC).



الشكل رقم (١٣٦,٢٢). إشارة التحديد الكمي الصوتي (AQ) من Hewlett-Packard.

يوضح الشكل رقم (١٣٦,٢٣) البارامترات المقيسة والجهاز الخاص المستخدم في هذا التطبيق. وبالرغم من أن هذا التطبيق كان قد تم تطويره في البداية على منصة ماكنتوش (Macintosh platform) إلا أنه يمكن للنظام أن يشتغل على منصات متعددة بما فيها Windows 9x//NT/2000/XP. يستفيد الـ CPDA أيضاً من أحدث تطورات الأجهزة ويشكل عوامل ويمكن استخدامه إما على كمبيوتر سطح مكتب أو كمبيوتر محمول.



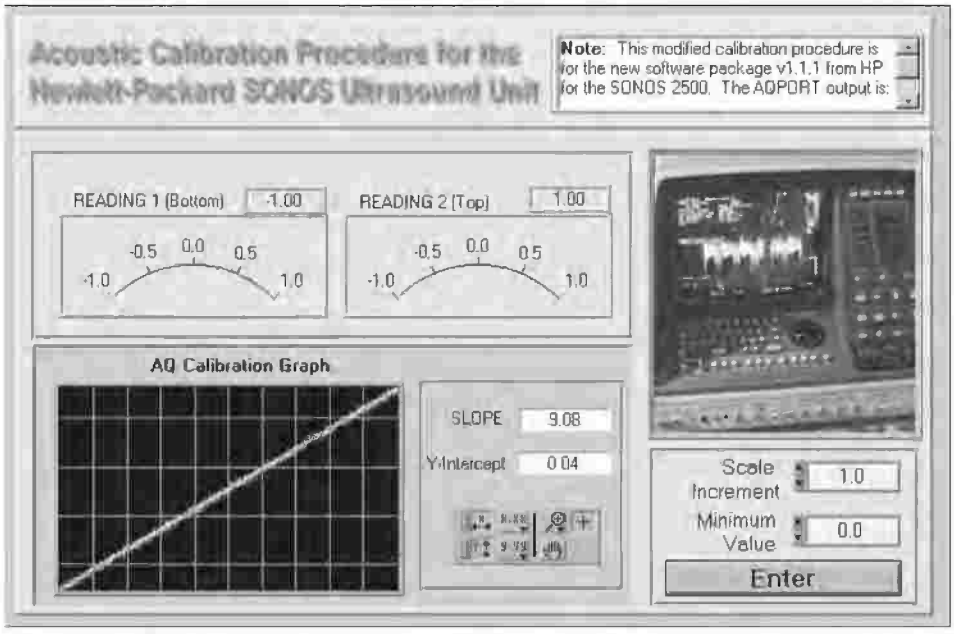
الشكل رقم (١٣٦,٢٣). رسم تخطيطي لنظام تحليل الضغط – البعد القلبي الوعائي.

الحصول على البيانات وتحليلها Data Acquisition and Analysis

يتم عند بدء هذا التطبيق تقديم مربع حوار (dialog box) للمستخدم يراجع فيه اتفاقية الترخيص والضمان المحدود. يتم بعد ذلك عرض القائمة الرئيسية مما يتيح للمستخدم أن يختار واحداً من ستة خيارات كما هو موضح في الشكل رقم (١٣٦,٢٤).

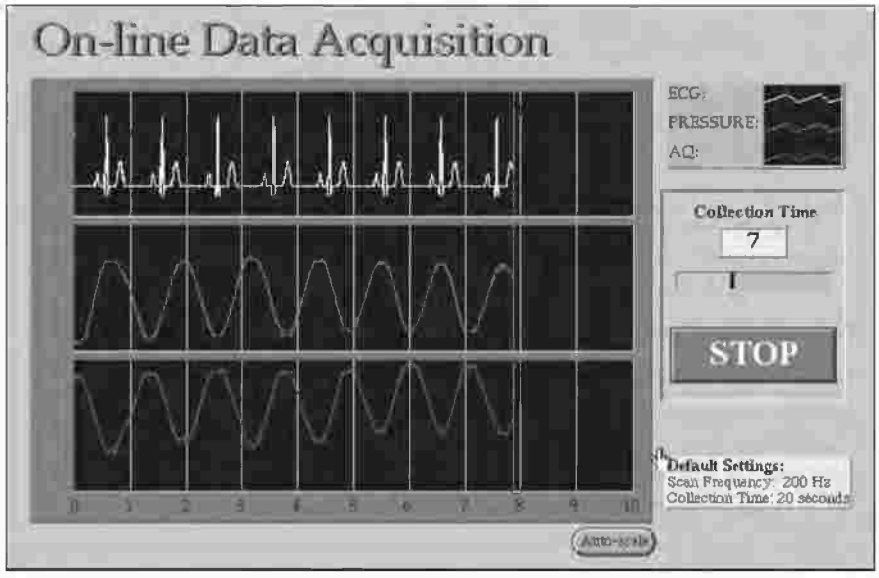
الشكل رقم (١٣٦,٢٤). القائمة الرئيسية لتحليل الضغط – البعد القلبي الوعائي.

يتم عند إجراء اختبار ما القيام عموماً بسلسلة من المعايرات المؤتمتة للضغط والإشارات فوق الصوتية (التحديد الكمي للصوت (acoustic quantification)). إذا اختار المستخدم أن لا يقوم بالمعايرة فإنه يتم توصيل آخر قيم للمعايرة من سجل المعايرة التكاملي. يتم استرداد بيانات ضغط المعايرة من "جدول بحث" ("lookup table") يحتوي على قيم ربح محددة وقيم إزاحة لمجموعة متنوعة من أجهزة مراقبة ضغط من مصنّعين مختلفين. تتضمن عملية معايرة الـ AQ "تدريج" ("scaling") و "تخطيط" ("mapping") إشارة الصورة المعروضة على مدى مجال جهد الخرج من -١ إلى +١ فولت. يوضح الشكل رقم (١٣٦,٢٥) اللوحة الأمامية لعملية المعايرة في جهاز Sonos من شركة Hewlett-Packard. يُتاح أيضاً تعليمات تتابعية في شكل مؤشر خط لف (scrolling string indicator) فضلاً عن مربعات حوار.



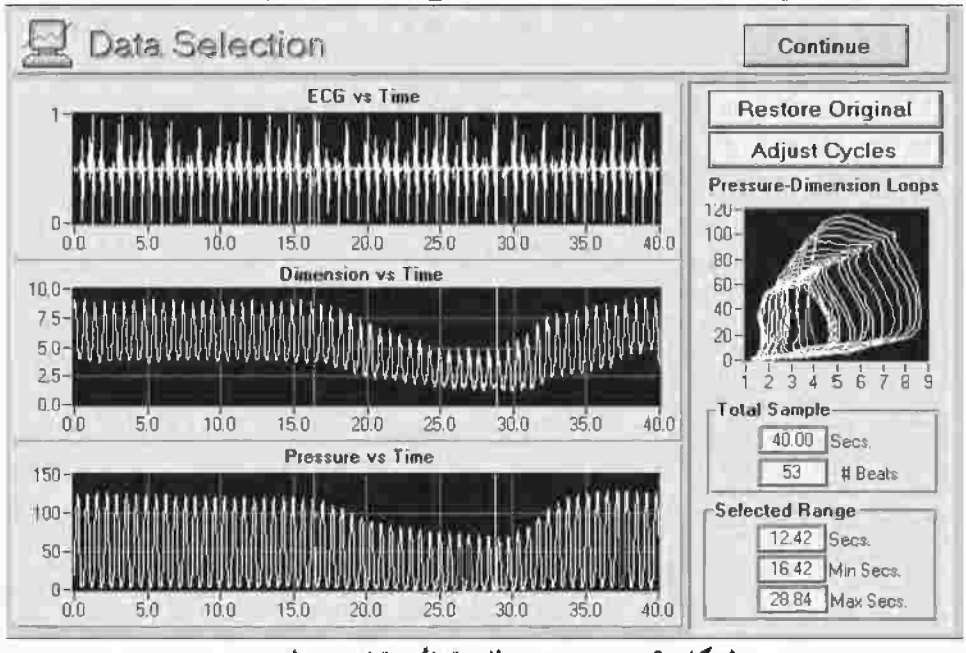
الشكل رقم (١٣٦,٢٥). اللوحة الأمامية للمعايرة لجهاز الموجات فوق الصوتية Sonos من شركة Hewlett-Packard.

إن تردد العينة (أخذ العينات) الافتراضي لكل قناة هو ٢٠٠ هرتز. وعادة ما يتم تجميع البيانات لمدة ٢٠ – ٦٠ ثانية. يتم تقديم "لوحة ما قبل المسح" ("Pre-Scan" panel) للمستخدم لضمان أنه يتم معايرة كل إشارة وتتبع بشكل مناسب. وعندما يكون المستخدم على استعداد لتجميع وتخزين البيانات فإنه يتم استدعاء أداة الـ "Cardiac DAQ" (الشكل رقم (١٣٦,٢٦). يستخدم هذا الـ sub-VI تخميداً مضاعفاً (double-buffering) لجمع وعرض كل قناة لزمن محدد مسبقاً. يتم من أجل المحافظة على وضوحية زمنية عالية عرض البيانات في "مسحات" ("sweeps") من ١٠ ثوانٍ. يتم توفير مؤشر ليعرض زمن التجميع الآني والكلي.



الشكل رقم (١٣٦,٢٦). اللوحة الأمامية للـــ "Cardiac DAQ".

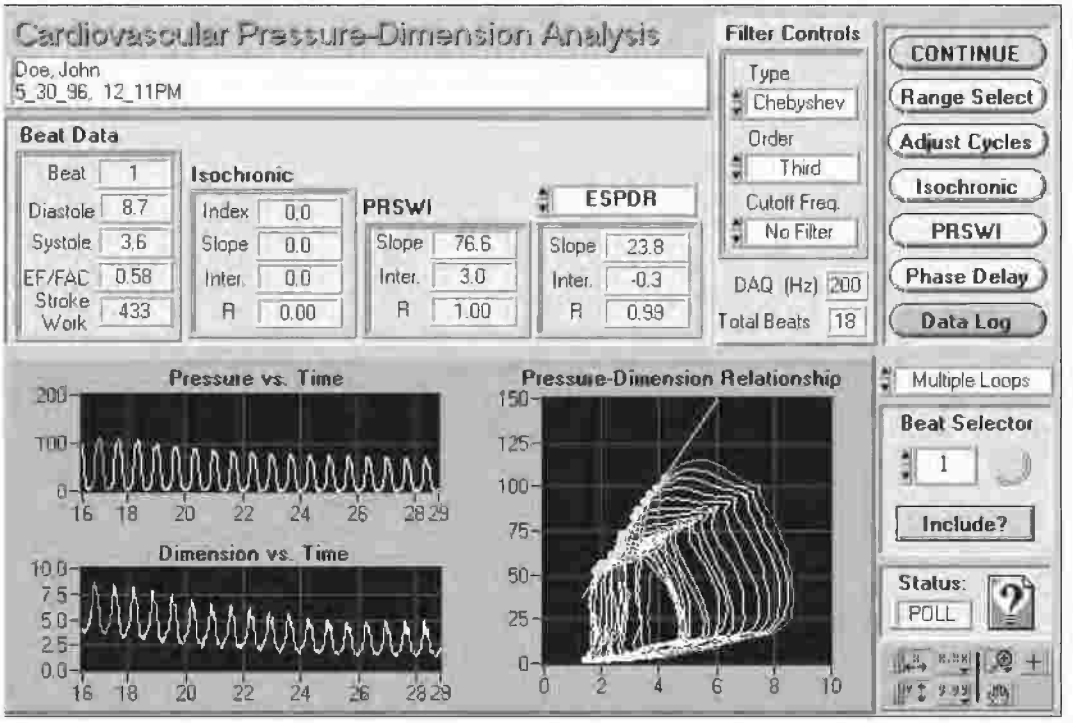
يتم متى ما تم تجميع البيانات تقديم الـ sub-VI "Data Selection" للمستخدم لتعريف مجموعة معينة من البيانات للحفظ في ملف. يتيح هذا الخيار للمستخدم تخزين الجزء أو المجموعة الفرعية من البيانات المفيدة فقط من بين كامل بيانات المجموعة (مثل الـ ٢٥ ثانية الأخيرة من مجموعة ٦٠ ثانية). يخزن الإعداد الافتراضي كامل مجموعة البيانات. يتم استخدام المؤشرات (cursors) التفاعلية ليتم وضع الدالات (indices) الأولية والنهائية للمجموعة الفرعية للبيانات بشكل تبادلي من أجل التحليل كما هو موضح في الشكل رقم (١٣٦,٢٧).



الشكل رقم (١٣٦,٢٧). اللوحة الأمامية لاختيار البيانات.

الأهمية السريرية Clinical Significance

يمكن استخلاص العديد من العلاقات الهامة من هذه الإشارات. هناك على وجه التحديد معامل (بارامتر) يُسمى "العلاقة بين الضغط والحجم في نهاية الانقباض" (ESPVR) ("End-Systolic Pressure-Volume Relationship") يصف الخط الأكثر ملاءمة من خلال إحداثيات النسبة الذروية peak-ratio (الضغط الأقصى منسوباً للحجم الأدنى) من بين سلسلة من حلقات الضغط - الحجم المتولدة تحت شروط تحميل متفاوتة. لقد تبين أن ميل هذا الخط مؤشر حساس لانقباضية العضلة القلبية وهو مستقل عن شروط التحميل. يتم بالإضافة إلى ذلك حساب تحليلات أخرى عديدة بما في ذلك المرونة المتغيرة مع الزمن (time-varying elastance (Emax)) وعمل الضربة (stroke work). يتم قياس المرونة المتغيرة مع الزمن من خلال تحديد الميل الأعظمي لخط الارتداد (النكوص) عبر سلسلة من إحداثيات الضغط – الحجم التي لها نفس الزمن (isochronic). يتم حساب عمل الضربة عن طريق التحديد الكمي لمساحة كل حلقة من حلقات الضغط - الحجم. يتم أيضاً حساب المعاملات (البارامترات) الإحصائية وعرضها لكل مجموعة من البيانات. ويوضح الشكل رقم (١٣٦,٢٨) حلقات الضغط - البعد وكل من البارامترات المحسوبة جنباً إلى جنب مع خيارات التحليل المختلفة. وأخيراً فإن لدى المستخدم القدرة على تصدير مجموعات البيانات إلى لوحات جدولية (spreadsheet) وملفات قاعدة بيانات وعلى تصدير الرسوم البيانية والمؤشرات إلى حزم برمجية للعرض من طرف ثالث مثل Microsoft PowerPoint.®.



الشكل رقم (١٣٦,٢٨). اللوحة الأمامية لتحليل الدورة القلبية.

الملخص
Summary

تسمح التجهيزات الافتراضية بتطوير وتنفيذ تطبيقات طبية حيوية مبتكرة وفعالة من حيث التكلفة وحلولاً لإدارة المعلومات. ومع استمرار صناعة الرعاية الصحية في الاستجابة للاتجاهات المتنامية للرعاية المدارة والفردية، فقد بات لزاماً أن يتم تطوير واستخدام تكنولوجيات مفيدة سريرياً وفعالة من حيث التكلفة. وحيث إن احتياجات التطبيق سوف تتغير باستمرار بالتأكيد ، فإن أنظمة التجهيزات الافتراضية سوف تستمر في تقديم حلول مرنة وقوية من دون الحاجة إلى أجهزة جديدة أو أدوات تقليدية.

تتيح التجهيزات الافتراضية ولوحات القياس والتحكم (dashboards) التنفيذية للمنظمات أن تقوم على نحو فعال بتسخير قوة الوصول إلى جهاز الكمبيوتر الشخصي والتحليل وتبادل المعلومات في جميع أنحاء المؤسسة. توضح دراسات الحالة التي تم مناقشتها في هذه المقالة سبلاً تصورت وطورت بها مؤسسات مختلفة حلولاً "معرَّفة بالمستخدم" لتلبية متطلبات محددة ضمن صناعات الرعاية الصحية والتأمين. تدعم لوحات القياس والتحكم (dashboards) هذه العمليات العامة وتساعد المستشفيات في إدارة التعداد المتقلب للمرضى والأسرة المتاحة وتسلّح الأطباء والباحثين بأدوات ضرورية لاكتساب وتحليل وعرض معلومات سريرية من مصادر متعددة. يستطيع صانعو القرار الانتقال بسهولة من تحليلات الصورة الكبيرة إلى تفاصيل المستوى الإجرائي (transaction-level) وفي الوقت نفسه يتقاسمون بأمان هذه المعلومات في جميع أرجاء المؤسسة لاستخلاص المعرفة واتخاذ القرارات المدفوعة بالبيانات في الوقت المناسب. وككل فإن هذه التطبيقات المتكاملة تفيد مباشرة مقدمي الرعاية الصحية والدافعين، والأهم من ذلك، المرضى.

المرجع
Reference

AHA. Statistics 2001: The Clinical Advisory Board, Capacity Command Center-Best Practices for Managing a Full House. Chicago, American Hospital Association, 2001.

لمزيد من المعلومات
Further Information

American Society for Quality Control. American National Standard: Definitions, Symbols, Formulas, and Tables for Control Charts, Publication number ANSI/ASQC A1-1987. ANSI, 1987.

Breyfogle FW. Statistical Methods for Testing, Development and Manufacturing. New York, Wiley, 1982.

Carey RG, Lloyd RC. Measuring Quality Improvement in Health care: A Guide to Statistical Process Control Applications. 1995.

Frost, Sullivan. Market Intelligence, File 765. Mountain View, CA, The Dialog Corporation,

Fisher JP, Mikan JS, Rosow E, et al. Pressure-Dimension Analysis of Regional Left Ventricular Performance Using Echocardiographic Automatic Boundary Detection: Validation in an Animal Model of Inotropic Modulation. Journal of the American College of Cardiology 19(3):262A, 1992.

Fisher JP, McKay RG, Mikan JS, et al. Human Left Ventricular Pressure-Area and Pressure-Volume Analysis Using Echocardiographic Automatic Boundary Detection. Hartford, CT, American Heart Association, 1992.

Fisher JP, Mitchel JF, Rosow E, et al. Evaluation of Left Ventricular Diastolic Pressure-Area Relations with Echocardiographic Automatic Boundary Detection. Hartford, CT, American Heart Association, 1992.

Fisher JP, McKay RG, Mikan JS, et al. A Comparison of Echocardiographic Methods of Evaluating Regional LV Systolic Function: Fractional Area Change Versus the End-Systolic Pressure-Area Relation. Hartford, CT, American Heart Association, 1992.

Fisher JP, McKay RG, Rosow E, et al. On-Line Derivation of Human Left Ventricular Pressure-Volume Loops and Load-Independent Indices of Contractility Using Echocardiography with Automatic Boundary Detection: A Clinical Reality. Circulation 88:I–304, 1993.

Fisher JP, Chen C, Krupowies N, et al. Comparison of Mechanical and Pharmacologic Methods of Altering Loading Conditions to Determine End-Systolic Indices of Left Ventricle Function. Circulation 90(II):1–494, 1994.

Fisher JP, Martin J, Day FP, et al. Validation of a Less Invasive Method for Determining Preload Recruitable Stroke Work Derived with Echocardiographic Automatic Boundary Detection. Circulation 92:1–278, 1995.

Fontes ML, Adam J, Rosow E, Mathew J, DeGraff AC. Non-Invasive Cardiopulmonary Function Assessment System. J Clin Monit 13:413, 1997.

Johnson GW. LabVIEW Graphical Programming: Practical Applications in Instrumentation and Control, 2nd Edition., McGraw-Hill, 1997.

Kutzner J, Hightower L, Pruitt C. Measurement and Testing of CCD Sensors and Cameras. SMPTE J: 325–327, 1992.

Mathew JP, Adam J, Rosow E. Cardiovascular Pressure-Dimension Analysis System. J Clin Monit 13:423, 1997.

Montgomery DC. Introduction to Statistical Quality Control, 2nd Edition. New York, Wiley, 1992.

Rosow E, Adam J, Satlow M. Real-time Executive Dashboards and Virtual Instrumentation: Solutions for Health care Systems. 2002 Annual Health Information Systems Society (HIMSS) Conference and Exhibition, Georgia World Congress Center, Atlanta, GA, January 28, 2002.

Rosow E, Adam J. Virtual Instrumentation Tools for Real-Time Performance Indicators. Biomed Instrum Technol 34(2):99–104, 2000.

Rosow E, Olansen J. Virtual Bioinstrumentation: Biomedical, Clinical, and Health care Applications in LabVIEW., Prentice-Hall, 2001.

Tufte ER. Visual Explanations., Graphics Press, 1997.

Tufte ER. Envisioning Information., Graphics Press, 1990.

Tufte ER. The Visual Display of Quantitative Information., Graphics Press, 1983.

Walker B. Optical Engineering Fundamentals. New York, McGraw-Hill, 1995.

Wheeler DJ, Chambers DS. Understanding Statistical Process Control, 2nd Edition., SPC Press, 1992.

*BioBench™ was developed for National Instruments (Austin, TX) by Premise Development Corporation (Hartford, CT).