

# تكنولوجيا

TECHNO MANIA

Volume II , Issue 11 , 15 June - 15 July 2005

المجلة الأولى لاستخدامي التقنيات في العالم العربي

العدد 11 السنة الثانية 15 يونيو - 15 يوليو 2005



مفكرة توشيبا تيكرا A3



طابعة POXMA ip 8500



سوني إريكسون K750i

## حول موسيقاك إلى MP3 بسهولة

سيمنس M75 الأناقة الخشنة  
مختبر صور للمحترفين في منزلك  
دل تعود إلى الحلبة من جديد  
إنفينتي الصغيرة، دلوعة بـ 6 أبواب

العدد 11 السنة الثانية 15 يونيو - 15 يوليو 2005



4

مخرجات MIDI



3

التعبير عن الموجات



2

التخطيط الكهربائي للدماغ EEG



1

ويُعمل القواعد التي ترتبط بالإيقاع التخطيطي الأبرز في الإشارة، وبترافق ذلك مع سرعة إيقاع متوافقة (مثلاً 120 ضربة في الدقيقة) يتم تعديلها باستمرار تناغماً مع تحليل درجة التعقيد في الإشارة (وفق تحليل هابورث على سبيل المثال)، وفي النهاية، يرسل محرك الموسيقى معلومات MIDI للأداء (أي البيانو). ولقد اعتمدت جامعة بلايموث في اختبارات نظام BCMI، على بيانو «ديسكلافير» Disklavier من شركة «ياماه» الشهيرة بصنع الأدوات الموسيقية.

### تذليل العقبات

والمشروع هذا الذي يهدف لإثاحة الفرص أمام أصحاب الإعاقة الجسدية للتعلم بتأليف الموسيقى وإظهار مواهبهم، يصطدم بعقبتين يعمل الخبراء على تذليلهما.

الأولى تتمثل في مشكلة تفسير معنى إشارات التخطيط الدماغية رغم توافر الأدوات الرياضية الفعالة، للحصول على استدلال تحليلي يربطها بالإدراك الموسيقي.

إلا أن التقدم المستمر في حقل «علم الأعصاب الإدراكي»، من شأنه أن يُحسن من أساليب التفسير المناسب، وما أن يُحقق هذا الإنجاز، سينغدو بوسعنا برمجة أجهزتنا لتتعرف على نماذج من النشاط الإدراكي في الموجات الدماغية، وبالتالي تفعيل المعادلات الخوارزمية الموسيقية الملائمة مع تلك النماذج.

أما العقبة الثانية التي تتطلب حلاً مناسباً، فتتعلق بالطبيعة المزعجة لاستخدام تقنيات الأقطاب الكهربائية في التخطيط الدماغية، فوضعها على الرأس يثير ضيقاً وتعباً، وثمة ابتكارات جديدة في تصميم أجهزة التحسس والتخطيط الحديثة، وتتوافر اليوم شرائح لاسلكية ذاتية المسح/ذاتية التحليل، يمكن وضعها على الرأس مع مضخمات إشارات صغيرة الحجم، وبالتالي يصبح من الممكن بناء مضخمات إشارات تخطيطية قابلة للوضع على الرأس مع أدوات مبيّنة لمعالجة الإشارات ونقل البيانات لاسلكياً. وهناك توجه لدى الباحثين لاستعمال تقنيات تحسس وتصوير دماغ أخرى قد تشكل في المستقبل القريب نقلة نوعية في هذا التواصل المبدع بين الإنسان وأدوات التكنولوجيا.

لاختيار أحرف لكتابة كلمات على شاشة الكمبيوتر، إلا أن الدافع من وراء بيانو BCMI يختلف قليلاً عن هذه الأنظمة من حيث قدرة الشخص على تأليف الموسيقى، لاستنباط معاني إشارات الدماغية، وذلك بناء على الافتراض بأن المعلومات الفيزيولوجية يمكن أن تشارك مع نشاطات ذهنية محددة.

وتمت برمجة نظام بيانو BCMI للبحث عن معلومات في إشارات التخطيط الدماغية، ومقارنة النتائج مع أنماط موسيقية محددة، وعلى سبيل المثال، إذا ما تحرك النظام إيقاعات ألفا بارزة في التخطيط الدماغية، فيمكن أن يُفعل عمليات محددة تؤلف مقاطع موسيقية على نمط أعمال «روبرت شومان» الموسيقية، ويتألف جهاز بيانو نظام BCMI من أربع وحدات رئيسية هي: «خوذة الدماغ»، «جهاز التحليل»، «محرك الموسيقى»، و«أداة الأداء».

ويتم وضع سبعة أزواج من الأقطاب الكهربائية مخصصة لتخطيط الدماغ ومصنوعة من الذهب على فروة الرأس على شكل دائرة لتغطي مبدئياً مجمل القشرة الدماغية. الأقطاب هذه يتم وصلها بجهاز تضخيم للإشارات البيولوجية، وبالتالي إلى جانب أداة لتحليل البيانات وفق تقنيتي «طيف الطاقة» و«هابورث» المذكورين آنفاً.

وتقوم وحدة التحليل بتوليد سياقين من معايير التحكم، ويحتوي السياق الأول على معلومات حول نطاق التردد الأبرز في الإشارة ليتم استخدامه عبر «محرك الموسيقى لتأليف مقاطع موسيقية»، والنسخة الحالية لجهاز بيانو BCMI، تقوم بتفعيل قواعد لنمطين مختلفين من الموسيقى استناداً إلى ما إذا كان التخطيط الدماغية يُؤشر إلى مكونات (أو إيقاعات تخطيطية) ذات تردد خفيض أو تردد عال.

أما السياق الثاني، فيحتوي على معلومات حول درجة تعقيد الإشارة، ويتم استخدامه عبر «محرك الموسيقى» للتحكم بسرعة الحركة الموسيقية.

ويندرج في تصميم وحدة «محرك الموسيقى» مجموعة من قواعد الموسيقى التأليفية، كل منها تُنتج مقياساً موسيقياً، ويعمل الجهاز كما يلي: في كل مرة ينتج الجهاز مقياساً موسيقياً، يقوم بتفقد طيف الطاقة للتخطيط الدماغية في تلك اللحظة

لكن الأمر لا يخلو من بعض الجدل حول الحدود الدقيقة لترددات هذه التلطي، ومدى تطابقها مع الحالات الذهنية.

### تحليل هابورث Hjorth

وتتبع تقنية التحليل هذه منهجاً مهماً يقوم على قياس ثلاثة نواحي لإشارات التخطيط الدماغية: درجة النشاط، ودرجة الحركة، ودرجة التعقيد، وفي الأساس يستند هذا التحليل إلى أطوال الموجات، مقارنة بالاستغراق الزمني.

ويُصار في هذا المنهج التحليلي إلى قياس الإشارة على فترات متعاقبة تتراوح ما بين ثانية إلى عدة ثوان، ويُستخلص منحنيان بتحديد الثغرات المطارئة على الأطوال الموجية للإشارة خلال الفترة الزمنية الأولى والثانية.

الاشتقاق الأول يتمثل بمعدل التغير في أبعاد موجة الإشارة، وهو لا يبدو عن كونه صفر ما بين أوج الموجات وحضيضها، في حين يصبح إيجابياً أو سلبياً في المراحل الأخرى وفق ارتفاع أو انخفاض سعة الموجة مع الوقت، فإدنى ما يكون انحدار الموجة، أعلى ما تكون نسبة الاشتقاق الأول، وهكذا دواليك.

### «بيانو التواصل البيئي الموسيقي

#### للدماغ/كمبيوتر، BCMI-Piano

ويقع هذا الجهاز ضمن فئة الأنظمة الموجهة بالكمبيوتر، وتستند إلى قدرة المستخدم على تعلم سبل التحكم بنواح محددة في إشارات التخطيط الدماغية لديها، ما يمنحهم القوة على إمكانية التحكم بالأحداث في محيطهم. وثمة أمثلة حول أشخاص تعلموا كيفية توجيه إشاراتهم الدماغية



## تحويل إشارات الدماغ إلى موسيقى

من ذلك، فواقع أن ثمة آلة يمكنها قراءة مؤشرات من الدماغ قد ألهب خيال العلماء والذنانين وأصحاب المواهب الأخرى، ليشق جهاز التخطيط للدماغ طريقه إلى مجموعة من التطبيقات المختلفة.

في بداية السبعينيات من القرن الماضي، قام جاك فيدال بالخطوة التجريبية الأولى للتواصل مع كمبيوتر عبر جهاز التخطيط هذا، وتم نشر نتائج تجربته العام 1973. في أطروحة تحت عنوان «نحو تواصل مباشر بين الدماغ والكمبيوتر»، ويعرف حقل الأبحاث هذا بـ «التواصل البيني للدماغ/كمبيوتر، BCI (Brain-Computer Interface)».

ويعكس تخطيط الدماغ النشاط العام لمليارات الخلايا العصبية في الدماغ في إطار تحرك الشحانات، إلا أن الأقطاب الكهربائية يمكنها أن تتحرى ذلك في المناطق السطحية من القشرة الدماغية Cortex.

وإشارات التخطيط الدماغية صعبة الالتقاط، إذ أنها تمر عبر السحايا (وهي الأغشية التي تفصل القشرة الدماغية عن الجمجمة)، فضلاً عن الجمجمة وفروة الرأس قبل أن تصل إلى الأقطاب. وأكثر من ذلك، إذ أن الإشارات الواصلة إلى الأقطاب الكهربائية هي مجموع الإشارات المنبعثة من عدة مصادر محتملة، من بينها ضربات القلب ورفقات العين. ورغم أن بوسع الخبراء أن يشخصوا مكامن القصور في الدماغ من الرسم التخطيطي للجهاز المختص، فإن الإشارات تحتاج للخضوع إلى تقنيات معالجة وتخطيط بغية الإفادة منها فعلياً.

ومن بين عدد من المقاربات التي يتم اتباعها عادة في تحليل تخطيط الدماغ، تظهر تقنيتا «تحليل طيف الطاقة» Power Spectrum Analysis، و«تحليل هايورث» Hjorth Analysis.

### تحليل طيف الطاقة Spectrum Power

إن هذا النوع من التحليل يشتق من تقنيات تعمل على تشكيك إشارات تخطيط الدماغ إلى نُطْق التردد المختلفة، وتكشف توزيع الطاقة في ما بينها، والخطوة هذه تُجدي نفعاً، حيث أن توزيع الطاقة في طيف الرسم التخطيطي يمكن أن يعكس حالات محددة للنشاط الدماغية. على سبيل المثال، فإن طيفاً بمكونات ذات تردد خفيض يمكن أن يشترك مع حالة من الدوار، في حين أن طيفاً بمكونات ذات تردد عال يمكن أن يشترك مع حالة من التقيؤ والاحتراس الشديد.

وفيما يلي خمسة من نُطْق التردد المعروفة في نشاط الدماغ، ويشار إليها أيضاً بإيقاعات التخطيط الدماغية، كل منها يشترك مع حالة ذهنية محددة، نُطْق أو إيقاعات دلتا، وثيتا، ألفا، وبيتا خفيزة، وبيتا عالية.

في نتائج لأبحاث مكثفة متعددة المسارات تشمل معاً علم الأعصاب، والهندسة الطبية، إلى جانب تكنولوجيا الموسيقى وفنون تأليفها، طرحت جامعة بلايموث (Plymouth) البريطانية مشروعاً مذهباً يستخدم موجات الدماغية أو المعلومات والإشارات والموجات الصادرة عن جهاز التخطيط الكهربائي للدماغ EEG (Electroencephalogram)، لتأليف وتشغيل الموسيقى في الوقت الفعلي. إن أول من قام بقياس موجات الدماغ البشري كان العالم هانز بيرغر في العام 1924. ولقد عُدَّ جهاز التخطيط الكهربائي للدماغ، اليوم إحدى الأدوات الأجدى نفعاً في تشخيص مرض الصرع والإعتلالات العصبية الأخرى. بل أكثر

ثمة عدد متزايد من الأبحاث حول العالم في هذا الحقل، وتلا ذلك محاولات عدة حشنت درجات مختلفة من النجاح، فعلى سبيل المثال، طُوِّر العالم جوناثان فولباو وزملاؤه في العام 1990 نظاماً يتيح تحكماً بدائياً بسهم مؤشر الماوس في الكمبيوتر من قبل أشخاص دُربوا على استخدام الإشارات الصادرة عن جهاز تخطيط دماغهم لتحريك هذا المؤشر بطرق بسيطة.

ويعود الفضل في إبداع هذه التطبيقات الموسيقية إلى تطوير نظام التواصل البيني هذا، إلى جانب تقنيات موسيقية مطوّرة ابتكرت خصيصاً لهذه الأنظمة، وتسمى «التواصل البيني الموسيقي للدماغ/كمبيوتر» (BCMI (Brain-Computer Musical Interfaces)). ويعمل الباحثون على إتاحة السبل الكافية لاستخدام هذا التواصل المتطور كتقنية مساعدة لمنح الأشخاص الذين يعانون من معوقات جسدية حادة، الفرصة لتأليف موسيقاهم الخاصة.

والجهاز هذا لا يمثل سيطرة بالإبقاء، بأن تحرك ذراع روبوت بمجرد التفكير حصرياً بتحريك الذراع، بل عبر توظيف الذكاء الصناعي بغية الإتاحة لتفسير نماذج التخطيط الدماغية بأنماط موسيقية، في إطار تواصل الإنسان مع الآلة.

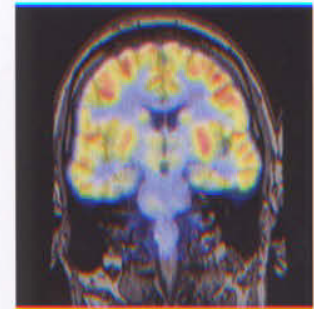
### جهاز التخطيط الكهربائي للدماغ EEG

إن النشاط العصبي في الدماغ يؤدِّد حقولاً كهربية يمكن تسجيلها بأقطاب كهربائية تُلصق على فروة الرأس، الرسم المرئي للإشارات الصادرة هو ما يسمى بتخطيط الدماغ، والعبارة هذه أضحت اليوم تشير إلى منهج القياس أو حتى الحقول الكهربائية بحد ذاته. والإشارات الكهربائية ضعيفة للغاية لا تتجاوز قوتها جزءاً من المايكرو فولت، ما يستدعي تكبيرها على نحو شديد بغية استعراضها، وبالتالي معالجتها.

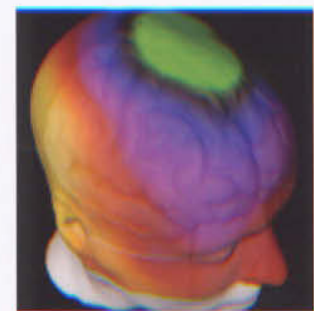
ويتم تخطيط الدماغ عبر قياس نسبة اختلاف الفولتاج ما بين قطبين إثنين أو أكثر من الأقطاب الكهربائية على سطح فروة الرأس، على أن يعتبر أحدها قطباً مرجعياً.



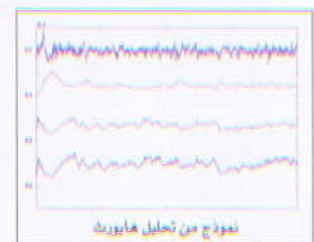
موجات الدماغ يتم التقاطها عبر قبة خاصة



يولد الدماغ إشارات يمكن تحويلها إلى موجات إلكترونية



تختلف الإشارة حسب منطقة الشعور في الدماغ



نموذج من تحليل هايورث