## التّحليل الحاسوبي الّصوتي (2)

عندما نتحدّث عن التحليل الصوتي الحاسوبي فإننا نتحدّث عن منظومة صوتية حاسوبيّة كمنظومة تجريديّة تقابل المنظومة الصوتية الطّبيعيّة، والتي ترتكز في الأساس على مبدأ التوصيف، فإذا كان الوصف اللّغوي يطال الظّواهر اللّغوية في مستوياتها المختلفة من منطلق أنّه نظام راسخ في العقل البشري تم اكتسابه، ويتمّ استخدامه في التواصل، فإنّ التوصيف هو عملية موجهة للآلة تتضمن الوصف اللغوي ومختلف عناصره، إضافة إلى العناصر المرتبطة بالحدس البشري التي تمكّنه من حلّ بعض الإشكالات والوصول إلى بعض النتائج.

### 1- المنظومة الصّوتية الحاسوبية:

### أ ـ المنظومة الفونيتيكية :

هي منظومة تجريديّة قائمة بالأساس على توصيف النّظام الفونيتيكي، أي توصيف الظّاهرة الصّوتية في جانبها الفونيتيكي، من حيث هي عناصر أحادية لها جانب فيزيائي وأكستيكي، فكل صوت في الحقيقة عبارة عن صورة طيفية لها ثلاثة أبعاد: بعد أفقي يمثّل الوقت، وبعد عمودي يمثّل التردّد، وبعد ثالث يمثّل الشّدة، ويظهر في شكل سواد على الورق الخاص.

ويسمح توصيف الأصوات منفردة بتحديد خصائصها وسماتها بحيث لا يحدث الالتباس بينها من خلال تمثيلها بأرقام رياضيّة معيّنة، تجعل كلّ صوت يتميّز عن بقيّة الأصوات، وتعرف العمليّة المتكفّلة بذلك بالهندسة الصّوتية.

### ب ـ المنظومة الفونولوجيّة:

لكلّ لغة نظامها الفونولوجي، أو القواعد التي تحكم تتابع الحروف في سياق الكلمات أو الجمل، ويطرأ على الفونيم تغيّر يؤثّر في ما قيله، أوفي ما بعده من فونيمات، ويعني هذا الكلام أنّ التوصيف الفونيتيكي وحده غير كاف، لجعل الحاسوب يميّز الأصوات أو يولّدها بشكل صحيح، بل هو في حاجة إلى معلومات كافية عن الفونيمات في سياقها الوظيفي، وعن المتغيّرات التي تحكمها القواعد الفونولوجيّة.

### 2- نظم تمييز الكلام وتوليده

### أ- نظم تمييز الكلام:

تنقسم نظم تمييز الكلام إلى ثلاثة أقسام:

ـ نظم تمييز الكلمات المنعزلة: وهناك نوعان منها، نوع يختصّ بتمييز عدد محدود من الكلمات، ونوع يختص بتمييز كلّ المفردات، من أمثلتها النظم التي توجّه الأوامر إلى الروبوتات، ونظم التوقيع الصوتي ( البصمة الصوتية).

ـ ونظم تمييز الكلام المستمر غير المتدفق: التي تراعي وجود وقفات وفواصل بين الجمل والعبارات.

ـ ونظم تمييز الكلام المستمر (المتدفّق): وتتعامل مع الكلام المتدفق بشتى صور تداخلاته وتشوهاته النطقية، مثل نظم الترجمة الفورية الحديثة التي تستخدم للسائحين والتي تراعي التداخلات والتشوّهات النّاجمة عن اللّهجات العامية.

**ب ـ نظم توليد الكلام:**

لدينا صنفان من هذه النظم:

ـ الصنف الأوّل: نظم توليد عدد محدود من الكلمات: وتعتمد على كلمات سبق تحليلها وتخزين بياناتها، فطاقة هذه النّظم محدودة، غير أنّه من ميزاتها وضوح عملية النّطق، وتشبه هذه العملية تسجيل الصوت ثمّ سماعه من جديد.

ـ الصّنف الثّاني: نظم توليد الكلمات غير المحدودة، وتعمل هذه النظم على تحويل كلّ النّصوص التي يجري إدخالها إلى برامج الحاسوب بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، أو عن طريق القراءة الآلية إلى ما يقابلها من منطوقات، ارتكازا على القواعد الفونولوجية، إذ بواسطتها يتمّ تحويل الحروف إلى تنوّيعات صوتيّة مختلفة، وفقا لما يسبقها وما يلحقها من حروف ومقاطع، ثمّ يتمّ تحويل هذه الفونيمات إلى إشارة صوتية متصلة،بعد أن يضاف إليها قوالب النبر وأنماط التّنغيم.

ـ أمّا على مستوى الكتابة فنجد نظم القراءة الآلية، القادرة على التعرّف على النّصوص المكتوبة آليا، والتعرّف على أنماط حروفها، وتعرف هذه النظم باسم ( نظم القراءة الصّوتية)

ويتم اليوم تطوير قدرة هذه النظم على التعرّف على الحروف المكتوبة بخط اليد، والقدرة على قراءتها، وهذا النّوع من النّظم أعقد من النوع الأول.

3ـ مشكلات التحليل الصوتي الحاسوبي:

على الرّغم من بلوغ التحليل الصوتي الحاسوبي درجة عالية من التطوّر، إلا أنّه يبقى تواجهه عدّة تحدّيات وصعوبات أهمّها:

ـ التّداخل الشديد بين الفونيمات المتتالية مما يودي إلى فقدانها بعض خصائصها النطقية قيصعب على الآلة التعرّف عليها.

ـ التدفق السّريع للإسارات الصّوتية بحيث يصعب على العقل الإلكتتروني تقسيم الكلام إلى جمل وعبارات وكلمات.

ـ تغيّر سرعة الكلام من شخص لآخر.

ـ اتّسام بعض نظم توليد الكلام بعدم الجودة، من حيث عدم وضوح النطق ودقّته، إذ يبدو ميكانيكيا غير طبيعي، ويتطلب بذل جهد من الانتباه السّمعي.

## 4ـ تطبيقات التحليل الصوتي الحاسوبي (تمييز الكلام وتوليده آليا)

هناك عدّة تطبيقات نذكر منها:

ـ نظم الإملاء الصّوتي.

ـ ألعاب المحاكاة الصوتيّة.

ـ نظم البحث الصّوتي.

ـ نظم القيادة الآلية.

ـ البريد الصّوتي.

ـ نظم الترجمة الآلية الفورية.

ـ نظم القراءة الصّوتية للمكفوفين.