الحاسبات

وتعرف الكلام

أ. د. مهندس: محمد نبهان سويلم
أستاذ الحاسبات ونظم المعلومات ـ تجارة عين شمس
ومركز تنمية البحوث

سوف يزداد استخدام الحاسبات الآلية بشكل كبير وسوف تنتشر على نطاق أوسع إذا استعملت فيها اللغة الطبيعية (لغة الإنسان) كوسيط (إدخال/إخراج) بشرط أن يتم ذلك بشكل يبعث على الثقة.

واستخدام اللغة الطبيعية سوف يسمح للإنسان بالاستماع إلى الكلام المخلق الخارج من الحاسب بدلا من قراءته على وحدة من وحدات العرض لقد أصبح من الممكن الآن إنتاج كلام مخلق على النطاق التجارى (مخرجات من الحاسب)، هذا الكلام قد يتضمن مفردات غير مقيدة وتراكيب كلامية.

وقدرة الحاسبات على تعرف الكلام سوف تجعل من الممكن إدخال البيانات، دون المرور بلوحة المفاتيح، ولكن رغم توفر الوحدات التجارية ذات الكفاءة المحدودة بالسوق الآن فإن مشكلة تعرف الكلام هى مشكلة لا تزال أكبر وأعمق بكثير من مشكلة تخليق الكلام.

تعرف الكلام

من المفيد لكى نفهم عملية تعرف الكلام أن نفترض أن كل المعلومات الضرورية لتعرف الكلمات تكون موجودة فى الإشارة الكلامية ذاتها، والواقع أن كثيرا من الأبحاث والتطبيقات فى هذا المجال الأساسية هى تمثيل الإشارة الكلامية فى شكل يتضمن أقل عدد ممكن من المعلومات بشرط أن يحتفظ بتلك السطحيات، التى يعتقد أن تكون ذات أهمية وفائدة فى عملية التعرف. ومعظم الأنظمة تعتمد فى تمثيلها للكلام على صفات مميزة مشتقة من نموذج لإنتاج الكلام، يسمى نموذج «مرشح المصدر» فجهاز الصوت فى الإنسان مهيئ بحيث يقوم مصدر واحد أو اثنين باستثارة وحدة مكونة من جهازى رنين يعملان معاً على تكثيف الصوت فى المنطقة المجاورة لتردد الرنين.

فأول مصدر منها عبارة عن هبات هواء متعاقبة (نفخات تنشأ عن تذبذب الأوتار الصوتية مثل الأصوات العالية أو الحادة وذلك كالأصوات

الموجودة فى كلمة ZEN (فالحرف Z هو حرف احتكاكى حيث نسمع الهواء عند النطق به، وحرف E من الحروف المتحركة، وحرف N حرف أنفى يلفظ من الأنف، وإلى جانب ذلك فإن المسالك الصوتية من الممكن أن تتسبب فى حدوث تدفق دوامى للهواء بسبب كثرة المضايق الموجودة بها، الأمر الذى يؤدى إلى تخريج أصوات تشبه الأصوات الأنفية مثل حرف "S" فى كلمة "Son" وقد يحدث أن يشترك كلا المثيرن معا فى التأثير كما يحدث عند نطق حرف "Z"

ومهما كان شكل هذه الاستشارة فإنه ينظر إليها على أنها تقوم بتنبيه مجموعة من المرنانات تسمى التشكيلات الموجبة المميزة، وهى تختلف باختلاف المسلك الصوتى. وعلى هذا فإن طيف الكلام الناتج يكون ناشئا عن مضاعفة (تضخيم) طيف المصدر بواسطة مرشح طيفى المسلك الصوتى (كما فى الشكل رقم٢). الذى يوضح صورة طيفية للجملة الإنجليزية فالتسجيل الأول هو تحليل نطاق ضيق، وقد تم عن طريق مرشح عرض نطاق الترددى ٤٠ هرتز والخطوط الرأسية الرفيعة ناشئة عن توافقيات فردية فى صوت الأزيز الناشئ من الحنجرة والتسجيل الثانى هوتحليل نطاق واسع قد تم بمرشح عرض نطاقه الترددى ٢٤٠ هيرتز والخطوط الرأسية الرفيعة ترجع إلى صوت النبضات الفردية للهواء الذى ينبعث من الحنجرة.

أما النطاقات (المظلمة) الغامقة أو التشكيل الموجى المتميز فإنها بسبب ذروات الرنين فى استجابة صوتية للمسالك الصوتية.

وقد كتبت العبارة الإنجليزية المشار إليها أسفل الصورة الثانية بالرموز الصوتية، وكل حرف من الحروف يمثل صوتا واحداً فقط.

ومعظم أنظمة تعرف الكلام تستخدم شكلا من أشكال التمثيل الطيفى كمدخل بالنسبة لخوارزميات التصنيف ودقة الحاسب فى حساب الصفات المميزة لسعة زمن التردد تعتبر خاصية مهمة لأى جهاز من أجهزة تعرف الكلام، وفى عدد كبير من الأنظمة المعاصرة يتم تصنيف كل مدخلات الأطياف وفقاً لمجموعة من فئات التكافؤ الطيفى عادة يكون عددها حوالى ٢٠٠ فئة. وهذه العملية تسمى برسم متجه كمى وهى تسمح لكل طيف (عادة يتم حسابه بفواصل زمنية سنتيمتر ثانية) أن يعنون بإسم فئة من فئات التكافؤ الموجودة فى كتاب كود المتجه الكمى أو المكتبة وجميع العمليات الإضافية تستخدم فئة التمييز فقط ولا يتم عمل مرجع إضافى يتضمن صفات مميزة بعينها لمدخلات الأطياف غير أنه من ناحية أخرى توجد نظم، تحاول استخراج الخواص المميزة من مثل هذه المدخلات، وتقوم بعد ذلك باستخدام مجموعة هذه الخواص الموزعة على المدخلات الكلامية على اعتبار أنها تمثل خفضاً للمدخلات وهذا الأسلوب يسعى إلى التمثيل المباشر للصفات المميزة للصوتيات ويعتقد أنها ذات دلالة مهمة سواء تعرف الكلام بالنسبة للإنسان أو تعرفه بالنسبة للآلة. غير أن مثل هذا الكشف المبكر للصفات يتم على سبيل التجربة حيث يستحيل تتبعها بشكل بشكل قاطع يمكن الاطمئنان إليه.

وبعد أن يتم تمثيل الكلام منسوباً لمعامل سواء كان منسوباً لمعامل طيفى أو على أساس الصفات المميزة يجرى متابعة نقط النهايات للكلمات. وربما تتم عملية تطبيع من أجل تعويض الانحراف الطيفى الذى ينشأ عن الذبذبة طوال المسار

الصوتى. ثم تتم بعد ذلك عملية المضاهاة على القوالب المخزنة بالحاسب، وفى أغلب الأحيان تستخدم أشكال هندسية مجردة، وتجرى إجراءات بحث متقدمة من أجل الحصول على أفضل النتائج الممكنة من عملية المضاهاة، وهناك كثير من الأنظمة تستخدم إجراءً يسمى البرمجة الدينامية لانحراف البعد الزمنى للمدخلات وذلك لضمان تحقيق المضاهاة الأفضل، حيث تتم هذه البرمجة باستخدام مجموعة من الأساليب الإحصائية. ويشعر الكثير من الباحثين فى هذا المجال أن استخدام زمن الانحراف له أهمية تفوق أهمية أهمية اختيار التمثيل الطيفى، ويوضح شكل (٢٩) كيف تتضافر كل هذه التقنيات لأداء مهمة تعرف الكلام. وهناك عديد من الأنظمة التجارية المطروحة الآن بالأسواق تقوم على أساس هذا الإجراء وأساليب المضاهاة تفترض أن المعلومات الموجودة فى الشكل الموجى فقط هى اللازمة لتعرف الكلام بشكل صحيح. ولا شك أنه من المرغوب دائما استخدام أفضل أساليب التحليل للهجاء الصوتى لموجة الكلام، غير أن هناك قيودا أخرى للغة المنطوقة تكون ذات فائدة فى تعرف الكلام وتغطى هذه القيود المجموعات الممكنة من الحروف الساكنة، وتركيب المقطع والصرفيات المتوالية (المورفيمات) والقيود الدلالية وتركيب السياق.

وتمثيل مصادر هذه المعلومات، وتداولها، ووسائل مزج القيود التي توثر على اتخاذ قرار المخرجات تنعكس كلها فى طريقة تحكم تقوم بإرشاد عملية البحث مهمة تحديد القرار، وفى الثمانينيات كان التركيز كبيراً على استخدام نماذج ماركوف المطورة لتعرف الكلام وقدمت هذه النماذج طريقة لتمثيل القيود على تتابعات قوالب الطيف التى تظهر بواسطة "الوحدة الصوتية" وتوزيعاتها فى المقاطع. ذلك بالإضافة إلى قيود تتابع الكلمة، الذى يظهر عن طريق التراكيب ولكن يتم تلخيصها فى شكل إحصائى، وبهذه الطريقة فإن نطق الكلمة المفردة من الممكن أن يتم تمثيله بشبكة من الأقواس تقوم بربط الحالات، وباستخدام نموذج ماركوف يصبح فى الإمكان سلسلة هذه الشبكات، لذلك فان احتمال عبور قوس من حالة إلى حالة أخرى قد يحدث آليا، ويتم ذلك عن طريق تسلسل عدد كبير من الكلمات، وبذلك يمكن ترميز صورة احصائية لتتابع الحالات فى النموذج المتعلق متحدث واحد أو مجموعة من المتحدثين وقيود التراكيب عادة ما يتم تمثيلها بصور احصائية، وهى فى الواقع تقدم مؤشرات لقيود ترتيب الكلمة، وغالبا ما يستخدم الأسلوب الإحصائى ويلاحظ مدى التقدم فى الأداء الذى تحقق من وراء ذلك ويتم تسلسل النماذج اللغوية ايضا بطريقة آلية لكى تصبح قيود تتابع الكلمة جزءا من تمثيل نموذج ماركوف.

وقد ثبت أن تقنيات البرمجة الدينامية لانحراف الزمن التى تؤدى إلى تحسين الأداء بدرجة كبيرة يمكن ترميزها هى الأخرى بآلية نموذج ماركوف. وخلال فترة الثمانينيات كرس عدد كبير من الباحثين جهودهم للعمل على إدخال تحسنات على استخدام نماذج ماركوف، وكان معدل الخطأ فى تعرف الكلمة يتراوح ما بين ٤-٦٪ من بين مفردات عددها ٢٠٠٠٠ كلمة تم تسجيلها لمتحدث واحد. واستمرت الأبحاث لتطوير تقنيات لتعرف كلام مجموعة من أكثر من متحدث آليًا، ولم تتجاوز نسبة الخطأ أكثر من

٢-٣٪ لحصول متوسط من المفردات يتراوح عدد كلماته ما بين الف والفين كلمة. وإلى جانب ذلك استخدمت ايضا نماذج ماركوف فى تعرف عدد مفردات قليلة جداً شملت الحروف الأبجدية والأعداد. وقد أدى ذلك إلى تصنيع أنظمة صغيرة الحجم جدا ورخيصة الثمن وبأداء تجريبى مقبول.

وفى الوقت الذى صممت فيه نماذج ماركوف المطورة بحيث يمكن أن تقوم بتمثيل تغيرات التوقيت فى الكلام، فإن التمثيل فى إطار مناسب الميل لا يزال فى طور التجارب وهناك وسائل أخرى يجرى بحثها أيضا لمحاولة دمج الصفات المميزة الصوتية مع الأشكال المجردة، وهى أمور لا تزال تستخدم فى الأنظمة التجريبية حتى الآن. وقد اقترح مؤخرا استخدام مصنفات شبكة تمييز فى تعرف الكلام وهذه التقنيات تقوم على أساس التطابق الكبير ويتم تسلسلها آليا وتستطيع أن تؤدى أداءً رائعاً فى التمييز بين الفئات مثل الحروف المتحركة ومثل هذه المصنفات الاستيتية يمكن استخدامها فى كثير من المجالات، غير أنه يصعب استخدام هذه التقنيات بالنسبة لقيود متتابعة مع وجود متغيرات زمنية، ولكن هذا الأسلوب لم ينل نفسه القدر من الدراسة الذى خصص لتقنية نماذج ماركوف، ومن المتوقع استخدام شبكات جديدة فى المستقبل القريب.

إن تعقيدات نظم تعرف اللغة تعقيدات ضخمة ومتنوعة، وتتطلب أنظمة تعرف عدد كبير من المفردات استخدام حاسب آلى لا تقل قدرته عن ١٠٠ مليون إيعاز فى الثانية حتى يتمكن من الأداء فى الزمن الحقيقى. لكن استخدام آلات البحث ذات النطاق الواسع جدا إلى جانب استخدام رقائق عمليات الإشارة الرقمية وأيضا التطبيقات التكنولوجية الحديثة كلها أمور ساعدت على تقديم قدرات هائلة لهذه الأنظمة. فالواقع أن التكنولوجيا ليست هى المسئولة عن قصور نظم تعرف الكلام الذى تعانى منه فى الوقت الحاضر، وأخيرا فإن تعرف الكلام يستفاد منه فى تطبيقات عديدة فى الوقت الحالى خصوصا عندما تكون الأيدى أو العيون مشغولة فى أداء عمل من الأعمال، ولا يزال بناء نظام شامل يستطيع تعرف الكلام الذى يصدر عن عدة متحدثين يستخدمون مفرد ت غير محدودة وتركيبات لغوية متنوعة هدفًا بعيد المنال.

وبرنامج تمييز ومضاهاة شكل الكلام، فالشكل الناتج من الإشارة الكلامية يتم تطبيعه ومقارنته بمجموعة من الأشكال معروفة الهوية، ومن المفروض أن الكلمة المدخلة هى نفسها الكلمة التى يكون شكلها المخزن يحقق أعلى تماثل يتم تسجيله.

تخليق الكلام

عملية تخليق الكلام هى العملية العكسية تعرف الكلام. فألعاب الأطفال التى تتكلم، والانسان الآلى الذى يتكلم، أشياء أصبحت مألوفة لنا جميعا منذ فترة طويلة.

ويلاحظ أن هناك اهتمامًا متزايداً بالحوار المتفاعل بين الانسان والآلة ففى هذه التطبيقات يكلم الإنسان الآلة، ولكن لابد للآلة أن تستجيب له مستخدمة بعض الكلام المخلق. وعندما تكون المفردات قليلة سواءً كانت مفردات مسجلة أو مفردات كلام مشفرة فإنها فى هذه الحالة تستطيع بسرعة تقديم الصوت المطلوب. ومع ذلك ففى كثير من الأحيان يحتاج الأمر إلى استخدام مفردات كثيرة وتركيبات كلامية غير مقيدة.

ومن الممكن أيضاً أن تكون المفردات المطلوب استخدامها قليلة غير أنها تتغير بشكل سريع، وفى هذه الحالة لا يصلح التسجيل من الوجهة العملية، ومن هنا تطورت قدرة تحويل النص إلى كلام.

كى تعمل على تلبية مثل هذه الاحتياجات. والأنظمة الموجودة بالسوق على المستوى التجارى نوعية كلامها من السهل فهمه، ولكنه يخرج إلى حد ما بشكل غير طبيعى. وتجد هذه الأنظمة قبولا فى كثير من الاستخدامات، ويرجع السبب فى ذلك إلى الانخفاض المستمر فى أسعارها، ولصغر حجمها يوما بعد يوم، إلى جانب التقدم المستمر فى تحسين نوعية الكلام الذى يخرج عنها.

والواقع أن، برامج تعرف الكلام، وبرامج تخليق الكلام يجمعها اهتمام مشترك. ولكن هناك فروقا واضحة تفصل بينها برامج تعرف الكلام تطبيق استراتيجية بحث متقدمة، وتقنيات للتمثيل الجزئى للمعرفة، إلى جانب وسائل لبحث بدائل النطق. فى حين أن برامج تخليق الكلام تستخدم القواميس الثرية بالمفردات بالإضافة إلى نظم قواعد معقدة ومتفاعلة، وعمليات لتقييم القرائن والنطق الحقيقى.

لكن البحث فى أى من المجالين يعود بالفائدة على المجال الآخر. فتخليق الكلام رغم أنه مفيد من الناحية التجارية، إلا أنه لا يزال يواجه كثيراً من المشاكل البحثية كالتى تواجهها أبحاث تعرف الكلام. لذلك فالأساليب المتعددة التى تستخدم فى تخليق الكلام قد يكون له استخدام مباشر فى عملية تعرف الكلام. والترميز الواسع لأشكال النطق المستخدم فى تعرف الكلام له أهمية مماثلة بالنسبة لتخليق الكلام. وبالتالى فالحاجة ماسة للنظر إلى كلا التطبيقين فى سياق موحد معاً.

ومن المتوقع أن تتحقق فائدة عظيمة فى المستقبل بسبب هذه النظرة الموحدة تتمثل فى إدخال تحسينات على كل من برامج الكلام المخلق وتعرف الكلام فى الأنظمة التى تقوم أساسا على استخدام اللغة.

مدقق الهجاء

للحاسبات فوائد جمة فى معالجة الكلمات فهى تستخدم فى إدخال نصوص الملفات المطبوعة، وتخزينها، وتراجعها وتصوغها مهما اختلفت أحجامها بداية من المذكرات القصيرة، ووصولا إلى الكتب الكبيرة التى قد تتكون من عدة مجلدات ضخمة.

وبرامج الحاسب الآلى تستطيع أن تقدم لنا بخلاف هذه الأشكال التقليدية لمعالجة الكلمات مساعدات أكثر تطوراً فى هذا المجال مثل مراجعة الهجاء، وتصحيح الهجاء ومراجعة قواعد النحو.

ومراجعة الهجاء بصيغة عامة عملية بسيطة وفيها تراجع كل كلمة من كلمات المستند أو الملف من حيث الهجاء. والكلمة التى يظهر بها خطأ هجائى تعرض على الشخص مستخدم النظام الذى يستطيع بدوره القيام بتصحيح الخطأ.

ومصحح الهجاء يراجع كل كلمة (مثل مدقق الهجاء تماما) لكنه إضافة إلى ذلك يحاول أن يقترح الهجاء الصحيح لكل كلمة يرى أن بها خطأ فى الهجاء.

ويلاحظ أن، مدقق الهجاء لا يضمن إلا صحة هجاء الكلمات فقط، ولكنه لا يعرف بالضرورة ما هى الكلمة التى تعنيها، فإذا أخطأنا فى كتابة "or" وكتبنا بدلا منها "of" أو إذا أخطأنا فى

كتابة affect وكتبناها effect، فان مدقق الهجاء لن يعلن عن وجود خطأ. وإكتشاف مثل هذا الخطأ يحتاج إلي برنامج أكثر تعقيدا بكثير يسمى مدقق النحو.

«وتستخدم مدققات الهجاء بطرق مختلفة من الممكن أن يكون أبسطها «برنامجًا قائمًا» بذاته وهذا البرنامج يقوم بقراءة المستندات المدخلة وينتج قائمة مخرجات تتضمن أى أخطاء هجائية ممكنة وعلى المستخدم أن يحدد ويصحح تلك الأخطاء التى ظهرت فى المستند. أما مدقق الهجاء المتفاعل فإنه يقوم بقراءة المستند ويقدم كل خطأ فى الهجاء كما هو موجود. ويرى المستخدم كل خطأ يعرض عليه فإما أن يصحح فوراً أو يتركه إن شاء.

وقد يدمج نظام معالجة الكلمات مدقق الهجاء (او المصحح) ضمن عملية مباشرة، ويكون ذلك اما استجابة إلى اختيار قوائم، أو يكون بصفة مستمرة أثناء دخول النص.

ولكن كيف يعرف مدقق الهجاء أن الكلمة هجاؤها صحيح؟ إن معظم مدققات الهجاء تستخدم قائمة كلمات لكى تحدد الكلمات الموجودة فى القاموس (بدون تعريفات) أو تكون القائمة قد تكونت نتيجة تراكمات من مستندات موجودة. ورغم عدم وجود تعريفات فإن معظم قوائم الهجاء يطلق عليها اسم قاموس. وتخزن الكلمات بصفة عامة فى ملف. ولا تعتبر الكلمة صحيحة الا فى حالة واحدة فقط وهى أن توجد ضمن قائمة الكلمات والمشكلة الفنية الرئيسية وخصوصا بالنسبة لمدقق الهجاء المتفاعل تتمثل فى البحث فى القاموس بأقصى سرعة ممكنة.

وتستخدم تقنيات بحث وبيانات هيكيلة مختلفة بالنسبة للبيئات المختلفة. ومثال ذلك أن مدقق الهجاء الدفعى قد ينشأ قائمة مصنفة أبجدياً تحتوى على كل الكلمات، التى وردت فى مستند مدخل ثم يقوم بعد ذلك بعمل دورة مصنفة أبجديا تحتوى على كل الكلمات التى وردت فى مستند مدخل ثم يقوم بعد ذلك بعمل دورة يراجع فيها الكلمات على قائمة كلمات مصنفه مشابهة وذلك لفرز الكلمات التى بها خطأ فى الهجاء أما نظام الهجاء الذى يعمل على حاسب له ذاكرة رئيسية كبيرة فإنه يستطيع أن يحتفظ بقائمة بكل الكلمات فى هذه الذاكرة السريعة على هيئة جدول مبعثر. ويستخدم منطق خطى لبحث الجدول المبعثر، قد يحتفظ الحاسب ذو القرص السريع بقوائم كلماته على قرص فى دليل المركزية مع وجود ذاكرة مختفية سريعة تضم قرص التجمعات الأكثر استخداما فى التدقيق.

ودقة الأداء بالنسبة لمدقق الهجاء تتوقف على صحة قائمة كلماته. وطالما كانت هذه القائمة صحيحة وليس بها أى أخطاء هجائية فإن المدقق لن تفلت منه كلمة واحدة خطأ، ما لم يكن هناك تطابق بين الكلمة الخطأ فى الهجاء وكلمة أخرى شرعية.

ومن ناحية أخرى فإن مدقق الهجاء أحيانا يشير إلى احتمال وجود خطأ فى هجاء بعض الكلمات المكتوبة بهجاء صحيح، هذه الكلمات ربما تكون اسماء اعلام أو مصطلحات فنية، أو كلمات غير شائعة قد لا تكون مدونة ضمن قائمة كلمات النظام. وتسمح كثير من الأنظمة الآن للمستخدم بأن يقوم بتكملة القائمة الرئيسية لكلماته وذلك عن طريق قوائم إضافية مساعدة محلية لموضوعات خاصة مثل أسماء المولفين أو

المستندات. وعلى سبيل المثال فإن الأطباء والمحامين يستخدمون قوائم كلمات إضافية موسعة تكون خصيصة للمفردات المتخصصة فى مثل هذه المجالات. وبعض الأنظمة عندما تشير إلى وجود شك فى هجاء كلمة من الكلمات تسمح للمستخدم بعدة خيارات:

١ ـ أن يقوم بتصحيح الكلمة.

٢ ـ أن يضيف الكلمة إلى القائمة الرئيسية للكلمات.

٣ ـ أن يضيف الكلمة إلى القائمة المساعدة.

٤ ـ أن يضع الكلمة فى قائمة كلمات مؤقتة إلى أن ينتهى من مراجعة المستند كله.

وقد يحتاج الأمر أو يكون من المستحب وجود قائمة كلمات كبيرة جداً حتى نتفادى ظهور كلمات صحيحة يعتبرها مدقق الهجاء كلمات خطأ، ولكن فى مثل هذه الحالة فإن القوائم الكبيرة جداً تميل عادة إلى احتوائها على كلمات غريبة ونادرة الاستعمال، وهذا الاتساع الكبير فى قوائم الكلمات قد يتيح الفرصة لوجود كلمات بالقائمة خطأ فى الهجاء، فى حين أن كلمات أخرى خطأ من الممكن أن تفلت من المدقق أثناء المراجعة. وبوجه عام فإن ظهور الكلمة الإنجليزية "dhow" فى النص يوحى بأننا نتكلم عن قارب عربى يتكلم عنه الكاتب (حيث أن هذه الكلمة تنطلق «دهو» وهو مركب شراعى مألوف فى شواطىء الجزيرة العربية)، غير انه قد تكون هذه الكلمة "dhow" فى واقع الأمر كلمة كتبت خطأ فى النص، وكان المقصود كلمة "Show"، ومن هنا يمكن القول أن قوائم الكلمات المحفوظة ينبغى أن يتراوح عدد كلماتها ما بين ٢٠٠٠٠ كلمة إلى ١٠٠٠٠٠ كلمة، رغم وجود أكثر من نصف مليون كلمة فى اللغة الإنجليزية وهنا منهج لجعل قائمة الكلمات مختصرة يقوم على أن كثيرا من الكلمات تشتق من الكلمة الأصلية، وذلك إما بإضافة بادئة تضاف فى أول الكلمة أو لاحقة تلحق بآخر الكلمة. لذلك فإن بعض نظم تدقيق الهجاء تحتفظ فى قوائمها بالكلمات الأصلية فقط. فإذا حدث شك فى هجاء كلمة نتيجة عدم وجودها فى القائمة فإنه يتم تجريد الكلمة مما يتصل بها من بادئة أو لاحقة للوصول إلى أصل الكلمة. فإذا وجدت الكلمة فى القائمة اعتبرت صحيحة من حيث الهجاء، ويلاحظ أن هذا الأسلوب قد يؤدى إلى إفلات بعض الكلمات الخطأ، وذلك وفقاً للمثال الآتى:

إذا كتبت كلمة "design" بهجاء خطأ (des- + S + de) فإنها يمكن أن تعالج كالآتى (ing .. ing). ويتم استدعاء مصحح الهجاء عندما توجد كلمة خطأ وتكون مشكلته فى أن يقدم قائمة للتصحيحات المحتملة للخطأ فى هجاء هذه الكلمة. ويحاول المصحح أن يجد أقرب جار أو جيران فى ساحة الفئة التى حدث فيها خطأ الهجاء. فإذا كان هناك تصحيح واحد فقط مرشح لانه أقرب للخطأ كبيرة عن أى مرشح آخر، ففى هذه الحالة يقترح المصحح أن يتم هذا التصحيح آليا.

ويعتمد نجاح المصحح إلى حد كبير على مصدر الأخطاء الهجائية والأساليب المستخدمة فى إيجاد المرشح الأقرب. ومثال ذلك فإن كثيرا من الأنظمة تفترض أن، الخطأ فى الهجاء يحدث بسبب نمط من أنماط الخطأ الآتية فى كلمة "Fell" مثلا

١ ـ زيادة حرف فى الكلمة "feeel"

٢ ـ نقص حرف من الكلمة "fel"

٣ ـ الخطأ فى حرف من الكلمة "feal"

٤ ـ اختلاف وضع حرفين متجاورين "fele"

وأنماط الخطأ هذه قد تشكل نسبة تتراوح ما بين ٨٠٪، ٩٠٪ من أخطاء أى مستند.

كذلك فهناك مصدر آخر للخطأ فى الهجاء وهو الاختلاف بين نطق الكلمة وهجائها ككلمة مثل "tough" قد يكتب هجاؤها خطأ كما تنطق "tuff" والأسلوب الشائع فى تصحيح مثل هذه الأخطاء هو عمل خريطة بهذه الأخطاء، على أساس أن يتم تكويدها وفقاً لنطقها صوتيا وكل كلمة فى القائمة توضع فى خريطة أيضا ومعها التصحيحات المرشحة مع الحرف نفسه الذى قد يتولد عنه الخطأ الهجائى. واستخدام أشكال البيانات المناسبة وخوارزميات البحث لتقديم أفضل أداء أمر فى غاية الأهمية بالنسبة لهذه الحالة.

ومن الأخطاء الشائعة أيضا فى الكتابة تكرارا كلمة كاملة، غالبا ما تكون فى آخر الأسطر أو بداية السطر التالى وذلك مثل "aa" أو "the the" ونلاحظ أن بعض المدققات الهجائية تراجع مثل هذا التكرار فى الكلمات المجاورة ولكنها سوف تشير إلى خطأ زائف فى جمل صحيحة يقتضى فيها الأمر تكرار كلمة بجوار الأخرى.

وعلينا أن نلاحظ أن مثل هذا الخطأ ليس خطأ فى الهجاء لأن كل كلمة منفردة صحيح فى هجائها.

بالإضافة إلى أخطاء الكتابة وأخطاء الهجاء فإن هناك أخطاء نحوية. والأخطاء النحوية يتم تحديدها عن طريق مجموعات الكلمات الخطأ. ومدقق النحو يحاول أن يجد الأخطاء فى الجمل أو العبارات أكثر من محاولة البحث عنها فى الكلمات المفردة. وسنجد أن مصحح النحو فى استطاعته أن يكتشف الأخطاء البسيطة مثل الخطأ فى إستعمال أى كلمة موجودة فى قائمة أخطاء التراكيب. إن المشكلة العامة للتتبع الأخطاء النحوية الحقيقية لا تزال مشكلة قيد البحث فليس لدينا حتى الآن برامج للحاسب الآلى تستطيع أن «تفهم» تركيب الجملة. إن فهم تركيب الجمل سوف يسمح باكتشاف الأخطاء النحوية كأن تكون الجملة الإنجليزية خالية من الفعل أو مستخدم فيها فاعل جمع مع فعل مفرد مثل "They is".