

## - الخلاصة -

توجه الباحثون نحو دراسة النموذج البشري في التعامل مع المهام تحت ظروف غير معرفة مسبقاً، وشمل ذلك دراسة النظام الحسي والعصبي المتحكم بعملية المسك والتحرك ووظائف أخرى تقوم بها اليد البشرية. هذا ما أدى الى ظهور ما يسمى بتقنيات الذكاء الصناعي وبالخصوص الشبكات العصبية الصناعية حيث ادى استخدام هذه التقنيات الى تصميم أنظمة سيطرة أكثر مرونة وذكاءً في اتخاذ القرارات الصائبة عند ظروف تشغيل غير محددة سلفاً.

لذلك في هذه الدراسة، تم اقتراح تصميم جديد لطرف الإصبع للكشف عن انزلاق الجسم الممسوك في ظل ظروف تحميل ديناميكية لقياس كل من مركبتي قوة التماس العمودية والمماسية.

كما تم تجهيز التصميم المقترح بأجهزة التحسس التقليدية، حيث ان التصميم ذو قابلية لتغيير شكل منطقة التماس مع الجسم الممسوك دون الحاجة لتغيير المتحسسات المستخدمة. كذلك تم تزويد نظام الحركة بمرونة إضافية لتوليد تحكم ذاتي بقوة المسك ولو بشكل محدود، ويرجع ذلك إلى الطاقة المخزنة في النوابض التي تعمل على تغيير قوة المسك حتى عند اطفاء المحرك الكهربائي.

التصميم المقترح تمت نمذجته رياضياً، ابتداءً من اشتقاق معادلات الحركة لوصف السرعة لأي نقطة على عناصر النظام (الذراع واليد والجسم الممسوك) من احداثيات قاعدة النموذج وصولاً لإحداثيات نقاط التماس مع الجسم الممسوك، وفيما بعد تم وصف العلاقة بين قوى التماس على سطح الجسم الممسوك ومحصلة القوى الخارجية المؤثرة على ذلك الجسم. هذه الاشتقاقات بمجموعها تؤدي الى اشتقاق معادلات الحركة الديناميكية لكل جزء من اجزاء النظام.

من خلال النموذج الرياضي المذكور، تم معالجة إشارات المتحسسات لإنتاج إشارة تمثل نسبة مركبات قوة التماس مع الزمن، وهذا ما شكل اساساً للأنماط التي اعتمدت لتدريب الشبكات العصبية الصناعية عند لحظة حصول الانزلاق. وذلك بقصد اكتشاف لحظة الانزلاق اعتماداً على فهم سلوكية معامل الاحتكاك عند حدوث ظاهرة الانزلاق وذلك بدون الحاجة الى المعرفة بمواصفات الجسم الممسوك من حيث طبيعة سطحه ووزنه وطبيعة القوى الخارجية المؤثرة عليه.

تشتمل هذه الدراسة على ثلاثة انواع من الاحمال الخارجية التي تؤثر على عملية المسك وهي متمثلة بالقوة شبه الاستاتيكية المسلطة على الجسم الممسوك، القوى الديناميكية المتولدة في الجسم الممسوك وعلى الذراع الصناعية وبشكل منفصل. كما تمت دراسة تأثير هذه القوى مع مواد تغليف مختلفة لسطح الجسم الممسوك وهي (المطاط الاسفنجي، الزجاج و صفائح الياف الخشب).

كذلك تمت اعادة تدريب الشبكة العصبية الصناعية وفق مدخلات معالجة مسبقاً لجعل عملية اكتشاف الانزلاق اكثر عموماً، فأن معالجة المدخلات كانت غير معتمدة على نوع المواد في منطقة التماس. اي: انها حولت التغير في اشارة نسبة مركبات قوة التماس من مدى غير محدود من القيم الى مدى محدد من (-1 الى 1)، وهذا كان ظاهراً في اداء عملية تدريب الشبكات العصبية الصناعية حيث انخفض معدل الخطأ من (0.035827) الى ( $2.2455e-8$ )، كذلك فان نسبة تمييز الانماط ازدادت من (95.8%) الى (100%).

بعد تلك العملية انتفت الحاجة الى التغيير في هيكلية الشبكات العصبية الصناعية حيث ان اداء تلك الشبكات كان ضمن مدى مقبول بالرغم من زيادة عدد الخلايا العصبية في الطبقة المخفية من الشبكة العصبية كما هو ظاهر في النتائج، لذا فقد تم اختيار اقل عدد مفضل لعدد الخلايا العصبية (عشر خلايا).

أخيراً اظهرت النتائج تقارباً في معدل التأخير الزمني لاستجابة نظام السيطرة بالرغم من اختلاف مواد التماس وطبيعة الاحمال المسلطة وذلك عند عدد معين من الخلايا العصبية لطبقة الادخال في الشبكة العصبية، وهذا يعد من أهم مميزات عملية معالجة المدخلات آنفة الذكر عند استخدام نظام السيطرة المقترح في هذه الدراسة وبدون امتلاك المعرفة المسبقة حول مواصفات الجسم الممسوك من حيث طبيعة سطحه ووزنه وطبيعة الاثارة الخارجية المؤثرة عليه.