

وظائف كثيرة بجسد واحد

الجواب عن سؤال إلياس: كيف يعمل روبوت واحد في وظائف كثيرة؟ البنية، ومكتبة المهارات، وخارطة الوظائف مع متطلبات العتاد والسلامة ومستوى الجاهزية الفعلي.

مركز أبحاث الهجدة • روبوت الهجدة (HUM-001) • <https://lab.alhajda.com/research/humanoid/jobs> • 2026-10-29

الفكرة في دقيقة

سؤال إلياس: كيف يعمل روبوت واحد في وظائف كثيرة؟ الجواب المختصر: **الجسد نفسه و«المخيخ» نفسه، ومكتبة مهارات تكبر مع الوقت، ودماع لغوي يختار المهارة المناسبة** — على نحو يشبه تشغيل الجوال تطبيقات كثيرة على عتاد واحد.

- الطبقة العليا «محسن»: يفهم الطلب بالعربية، ويخطط، ويختار المهارة، ويتكلم مع الناس.
- الطبقة الوسطى نموذج «رؤية-لغة-فعل» (VLA) ومهارات متعلّمة: تعالج صور الكاميرا والتعليمات، وتنتج أوامر حركة للذراعين واليدين. نماذج مفتوحة حقيقية موجودة اليوم: OpenVLA و $\pi 0/\pi 0.5$ و GR00T N1.7، وأدوات LeRobot لجمع البيانات والتدريب^{4,3,2,1}.
- الطبقة الدنيا سياسات تعلّم معزّز للمشي والتوازن تعمل بمعدل 50 مرة في الثانية، ويحدّها «مشرف سلامة» نصممه مستقلاً عن منظومة الذكاء الاصطناعي (دائرة وبرنامج بسيط يُختبران وحدهما).
- كل وظيفة جديدة = مجموعة مهارات + معرفة المكان + «ملف سلامة» لهذه الوظيفة. لا نعيد بناء الروبوت لكل وظيفة.
- الترتيب الواقعي: استقبال وإرشاد ← جرد وتوصيل داخل المباني ← تجميع وتغليف خفيف ← مساعدة كبار السن. تتطلب كل مرحلة عتادًا وتدابير سلامة أكثر من المرحلة السابقة.

1. البنية: ثلاث طبقات ومشرف سلامة

الطبقة	ماذا تفعل	التردد	أين تعمل	الأدوات المفتوحة
3. الدماغ: محسن	فهم الكلام العربي، الحوار، التخطيط، اختيار المهارة، شرح ما يفعله	ثواني	السحابة + نسخة محدودة محليًا	محسن + Whisper للتعرف على الكلام ³⁰
2. المهارات / VLA	من الصورة والتعليمة إلى حركة الذراعين واليدين («التقط الكوب»، «أشر إلى القاعة 3»)	10–30 هرتز	حاسوب الروبوت (Jetson)	GR00T N1.7 ≈ 28 هرتز على Jetson AGX؛ Thor ³ ؛ $\pi 0.5$ ² ؛ OpenVLA ¹ ؛ ACT/Diffusion؛ LeRobot ⁴ في
1. الجسد	المشي والتوازن وتنفيذ أهداف المفاصل	50 هرتز (السياسة) + 1 كيلوهرتز (المحرك)	الحاسوب الصغير + متحكمات المحركات	سياسات RL من MuJoCo Playground ¹⁴
المشرف	حدود السرعة والقوة والمنطقة، كشف السقوط، زر الإيقاف الطارئ — يملك الكلمة الأخيرة	دائم	دائرة منفصلة + برنامج بسيط مختبر	تصميمنا، بلا ذكاء اصطناعي

النماذج المفتوحة التي تحققنا منها (من صفحاتها الرسمية)

• **OpenVLA**: 7 مليارات معامل، دُرّب على 970 ألف حلقة من بيانات Open X-Embodiment باستخدام 64 بطاقة A100

لمدة 15 يومًا، ويمكن تكييفه لروبوت جديد بضبط LoRA يغيّر 1.4% فقط من المعاملات¹.

• **π0** و **π0-FAST** و **π0.5** (Physical Intelligence): أوزان أساسية مدربة على أكثر من 10 آلاف ساعة من بيانات الروبوتات، بترخيص Apache-2.0؛ الاستدلال يحتاج أكثر من 8 جيجابايت ذاكرة رسومية، والضبط بـ LoRA أكثر من 22.5، والضبط الكامل أكثر من 70².

• **GR00T N1.7** (NVIDIA): نموذج VLA مفتوح للروبوتات البشرية بـ 3 مليارات معامل، دُرّب أيضًا على 20 ألف ساعة من فيديو بشري، ويعمل بنحو 28 هرتز على Jetson AGX Thor؛ الاستدلال يحتاج 16 جيجابايت فأكثر والضبط 40 فأكثر. الكود Apache-2.0 والأوزان برخصة NVIDIA Open Model License — يجب أن يراجع John شروطها قبل أي استخدام تجاري³.

• **LeRobot** (Hugging Face): مكتبة Apache-2.0 توحد جمع البيانات بالتحكم عن بعد (ذراع قائد، يد تحكم، جوال، وإضافات لنظارات VR) وصيغة بيانات موحدة وتدريب سياسات ACT و Diffusion و π0 و GR00T و SmolVLA، وتدعم Unitree G1⁴ و Berkeley Humanoid Lite نفسه موثّق للتحكم عن بعد بالذراعين ومتكامل مع LeRobot⁵.

رأينا: في الإصدار الأول لا نشغل VLA أصلاً؛ المرشد يحتاج كلاً وإيماءات مبرمجة. نبدأ VLA حين نضيف الإمساك بالأشياء (المرحلة الثانية من الوظائف)، ونبدأ بنموذج صغير يعمل على Jetson Orin بدل شراء Thor.

2. مكتبة المهارات: كيف يتعلم الروبوت مهارة جديدة

كل مهارة «حزمة» مستقلة تُختبر وحدها ثم تُضاف للمكتبة، ويختار محسن من المكتبة حسب الطلب. هذا يجعل إضافة وظيفة جديدة عملاً هندسيًا قابلاً للقياس بدل «سحر».

مكونات كل مهارة

- الاسم والوصف بالعربية (ليستدعيها محسن): مثل «أشير إلى (مكان)»، «التقط (غرض)»، «امش إلى (نقطة)».
- شروط البدء والانتهاء: ماذا يجب أن يكون صحيحًا قبلها، وكيف نعرف أنها نجحت (كاشف نجاح).
- السياسة نفسها: حركة مبرمجة، أو سياسة مقلدة من عروض بشرية (ACT/Diffusion)، أو نموذج VLA مضبوط عليها^{2,4}.
- «غلاف السلامة»: أقصى سرعة وقوة ومنطقة عمل مسموحة لهذه المهارة تحديداً.
- مجموعة اختبارات: 50 تجربة في المحاكاة و20 على الروبوت الحقيقي على الأقل قبل التفعيل (معيّار نقترحه، يقرّه John).

خط إنتاج المهارة

1. عروض بشرية: مشغل يحرك الروبوت عن بعد (ذراع قائد أو VR) ويسجل 50–200 عرض للمهارة بصيغة LeRobot^{5,4}.
2. تكثير في المحاكاة: نعيد العروض في MuJoCo مع تغيير الإضاءة والأماكن والأوزان لنزيد البيانات ونكشف الأعطال قبل الواقع¹⁴.
3. تدريب: سياسة صغيرة خاصة بالمهارة، أو ضبط LoRA لنموذج VLA (OpenVLA) يحقق أداء الضبط الكامل بتغيير 1.4% من المعاملات¹.
4. تقييم وبوابة: لا تدخل المهارة الخدمة إلا إذا اجتازت نسبة نجاح متفق عليها وكل اختبارات السلامة.
5. تحسين مستمر: كل فشل في الميدان يُسجّل (بلا وجوه أو أصوات مخزنة) ويصبح بيانات تدريب جديدة.

درس من السوق: 1X تباع رباتها المنزلي ومعه مشغل بشري عن بعد للمهام الصعبة²⁷. نحن نصرّح بذلك من البداية: أي مهارة لم تجتز البوابة تُنفَّذ بإشراف بشري أو لا تُنفَّذ.

3. خارطة الوظائف: من الاستقبال إلى رعاية كبار السن

سَلَّم الجاهزية الذي نستخدمه: 1 بحث على الورق 2 محاكاة 3 نموذج مختبر 4 تجربة ميدانية محدودة 5 تشغيل فعلي. نعطي لكل وظيفة مستويين بصراحة: أين وصلت الصناعة عالميًا، وأين نحن.

الوظيفة	العتاد الإضافي	حدود السلامة	الصناعة	نحن	متى (تقديريًا)
1. استقبال وإرشاد (مرشد الهجدة)	الفئة ب كما هي + كاميرتان + ميكروفونات + سماعة؛ لا حاجة لأيد ماهرة	سرعة ≥ 0.5 م/ث، منطقة محددة، لا تلامس جسدي، مشرف بشري، لوحة «أنت تتكلم مع آلة»	4 — تجارب ميدانية (سند في مطار المدينة، روبوت الحرميين) ^{29,28}	2 — محاكاة	نموذج مختبر 2027، تجربة ميدانية منتصف 2027
2. جرد الرفوف وتوصيل داخل المباني	كاميرا عمق، ليدار للخرائط، صندوق/صينية حمل، بطارية أكبر	حمولة محدودة، تباطؤ قرب الناس، ممرات محددة، توقف عند فقد التوطين	4 — Digit تجاوز 100 ألف صندوق لدى GXO ²³	1 — بحث	بعد نجاح الوظيفة 1؛ الفئة ب تحمل أغراضًا خفيفة فقط، والصناديق تحتاج الفئة ج
3. تجميع وتغليف خفيف	قابضان متوازيان أو يدان ماهرتان، كاميرات معصم، حاسوب أقوى لنموذج VLA	قوة قبض محدودة، أقباص أو مسافة عن العمال حتى يصدر معيار، اختبار كل مهارة	4 — تجارب في BMW وAirbus ^{25,24}	1 — بحث	2028 فأبعد
4. مساعدة كبار السن	يدان ماهرتان، حساسات لمس، كاميرات بخصوصية محلية	لا رفع ولا إسناد للأشخاص في البداية؛ تذكير ومناولة خفيفة واستدعاء الأهل فقط؛ معيار ISO 13482 للروبوتات الشخصية ²¹	2-3 — نجاح 56% فقط في مهام منزلية جديدة ²⁶	1 — بحث	بحث فقط حتى 2029 على الأقل

1. الاستقبال والإرشاد — نبدأ هنا

- لماذا: القيمة في الكلام بالعربية والإيماءة، والأرض مستوية، ولا حمل ولا تلامس. وهي الوظيفة الأقرب للطلب الموجود في المملكة^{29,28}.
- المهارات: التفات للمتحدث، ترحيب، إجابة من قاعدة معرفة المكان، إشارة للاتجاه، مرافقة قصيرة، اعتذار وتحويل لموظف.
- المعلم: يمشي 10 أمتار ويجيب 20 سؤالًا عربيًا بشكل صحيح (من خطة المرحلة 1)³¹.

2. الجرد والتوصيل داخل المباني

- المهارات: مسح رف بالكاميرا ومقارنته بالقائمة، الذهاب لنقطة، تسليم غرض لشخص بالاسم.
- الصدق: روبوت بحجم الفئة ب (16 كجم، تروس بلاستيكية مطبوعة)⁷ لا يحمل صناديق المستودعات؛ هذه الوظيفة بحجمها الحقيقي تحتاج الفئة ج أو شريكًا. ما نستطيعه بالفئة ب: جرد بصري وتوصيل أوراق وأغراض خفيفة.
- السلامة: لا يوجد بعد معيار منشور خاص بالروبوتات المتوازنة ديناميكيًا؛ ISO 25785-1 ما زال مسودة²².

3. التجميع والتغليف الخفيف

- المهارات: التقاط ووضع، تعبئة كرتون، فرز. هنا يدخل نموذج VLA مضبوط بعروضنا^{3,2,1}.
- العتاد: قابضا Berkeley الحاليان (BigClaw) يكفيان للتجارب الأولى⁶، واليد الماهرة مشروع بحث مستقل.
- الواقع: حتى Figure وUBTech ما زالتا في مرحلة تجارب لدى BMW وAirbus^{25,24}.

4. مساعدة كبار السن — بحث فقط

- ما نسمح به أولاً: تذكير بالمواعيد والأدوية بالكلام، مناولة أغراض خفيفة، تنبيه الأهل عند سقوط مشتببه — دون أي رفع أو إسناد جسدي.
- لماذا الحذر: ISO 13482 يفرّق بين «روبوت خادم متنقل» و«روبوت مساعد جسدي» ويستثني الأجهزة الطبية²¹؛ أي مساعدة جسدية قد تدخل تنظيم الأجهزة الطبية في المملكة — سؤال مفتوح يحتاج تحققًا قانونيًا قبل أي تجربة.
- الخصوصية: معالجة الصورة والصوت على الجهاز، ولا تخزين لتسجيلات المنزل.

4. العتاد لكل وظيفة: ما نضيفه فوق الجسد نفسه

الإضافة	الوظائف	التكلفة التقريبية
Jetson Orin NX 16GB	كل الوظائف (رؤية وصوت محليًا)	\$ 955 ¹²
كاميرتان + سماعة ومضخم	كل الوظائف	\$ 114 ¹²
قابضان بسيطان (BigClaw)	3, 2	\$ 72 للاثنتين ⁶
Jetson AGX Thor (نماذج VLA الكبيرة)	4, 3	\$ 5,499 ¹³
كاميرا عمق + ليدار + صينية حمل	2	تقدير \$ 900–500
يدان ماهرتان + حساسات لمس	4, 3	مشروع بحث مستقل

القاعدة: لا نشترى عتاد وظيفة قبل أن تنجح الوظيفة التي قبلها ميدانيًا.

5. ماذا نفعل الآن؟

1. ننهي المرحلة 2: سياسة مشي خاصة بنا (بدأنا تدريبها على المعالج — انظر التقرير التقني) ثم ننقلها لنموذج الفئة ب.
2. نبني «مكتبة المهارات v0» للمرشد: 6 مهارات كلام وإيماءة، كلها مبرمجة، مع اختبارات.
3. نجرب LeRobot بذراع قائد رخيص في المحاكاة لتتعلم خط جمع العروض قبل شراء أي عتاد.
4. John يراجع: البنية، معيار بوابة المهارات، ترخيص أوزان GR00T، والصياغة.

المصادر

1. OpenVLA: An Open-Source Vision-Language-Action Model (7B, 970k episodes, 64×A100 TRI و Stanford و Berkeley وآخرون: 2024-06-13) — <https://openvla.github.io/> (2024-06-13) × 15 days)
2. openpi — $\pi/0$ / $\pi/0$ -FAST / $\pi/0.5$ open weights, Apache-2.0, GPU requirements — <https://github.com/Physical-Intelligence/openpi> (2026-10-29)
3. Isaac GR00T N1.7 — open VLA for humanoids (3B, ~28 Hz on Jetson AGX Thor, SONIC whole-body control) — NVIDIA — <https://github.com/NVIDIA/Isaac-GR00T> (2026-10-29)
4. LeRobot — datasets, teleoperation, ACT/Diffusion/ $\pi/0$ /GR00T/SmolVLA policies (Apache-2.0) — Hugging Face — <https://github.com/huggingface/lerobot> (2026-10-29)
5. Berkeley Humanoid Lite Docs — locomotion and teleoperated manipulation, lerobot:UC Berkeley Hybrid Robotics integration — <https://berkeley-humanoid-lite.gitbook.io/docs> (2026-10-29)
6. Berkeley Humanoid Lite BOM (Google Sheet: actuators \$188.69 / \$136.36, robot total:UC Berkeley Hybrid Robotics \$4,350.59, Amazon/Digikey links) — https://docs.google.com/spreadsheets/d/1AQEHcH_nPkXYfor2-h7bwNIUMmsePtAm53epnsWgZXc/edit?usp=sharing (2026-10-29)
7. Demonstrating Berkeley Humanoid Lite (arXiv:2504.17249) — under \$5,000, cycloidal 3D-printed gearboxes, zero-shot sim-to-real — <https://arxiv.org/abs/2504.17249> (2025-04-24) Chi و آخرون (RSS 2025)
8. ToddlerBot BOM — Jetson Orin NX 16GB \$955, cameras, speaker — <https://motari.io/r/toddlerbot> (2026-10-01) Motari

9. On-Robot AI: Jetson Thor dev kit \$5,499 — <https://humanoidversus.com/guides/أسعار NVIDIA الرسمية> :humanoidversus .9
on-robot-ai-jetson-thor-small-models (2026-10-16)
10. MuJoCo Playground (Berkeley Humanoid < 15 min, G1 < 30 min on 2× RTX 4090) — (RSS 2025) وأخرون Google DeepMind .10
<https://arxiv.org/abs/2502.08844> (2025-02-12)
11. ISO 13482:2014 — Safety requirements for personal care robots (to be replaced by ISO/FDIS 13482) — <https://www.iso.org/standard/53820.html> :ISO .11
(2026-10-29)
12. ISO/CD 25785-1 — Safety for dynamically stable industrial mobile robots (draft) — <https://www.iso.org/standard/91469.html> :ISO .12
(2026-07-08)
13. Agility Unveils Digit 5 (65,000+ hours, 100,000+ totes at GXO) — <https://www.agilityrobotics.com/content/agility-unveils-digit-5-humanoid-robot-built-for-cooperatively-safe-work-at-scale> :Agility Robotics .13
(2026-09-15)
14. F.03 Arrives at BMW (logistics parts sequencing, Helix 02) — <https://www.figure.ai/news/f-03-at-bmw> :Figure AI .14
(2026-06-30)
15. Airbus Buys Robots From UBTech (Walker S2 pilot) — <https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2026/01/19/humanoid-robots-building-airplanes-airbus-buys-robots-from-ubtech/> :Forbes .15
(2026-01-19)
16. Figure Helix 2.5: home-task success 9% → 56% in unseen homes — <https://www.forbes.com/sites/johnkoetsier/2026/09/21/figures-billion-dollar-physical-ai-bet-delivered-a-6x-jump-in-robot-chore-success/> :Forbes .16
(2026-09-21)
17. 1X NEO — remote human operator behind the hard chores — <https://theinference.org/article/1x-sells-the-first-home-humanoid-at-20-000-with-an-employee-behind-the-hard-chores> :The Inference .17
(2026-10-18)
18. صحيفة مال: — <https://maaal.com/news/details/%D8%B1%D8%A6%D9%8A%D8%B3-%D8%A7%D9%84%D9%87%D9%8A%D8%A6%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%B9%D8%A7%D9%85%D8%A9-%D9%84%D9%84%D8%B7%D9%8A%D8%B1%D8%A7/> :صحيفة مال .18
(2026-05-09)
19. Saudi Arabia deploys AI-powered multilingual robot for pilgrims at two holy mosques — <https://gulfnews.com/world/gulf/saudi/saudi-arabia-deploys-ai-powered-multilingual-robot-for-pilgrims-at-two-holy-mosques-1.500540029> :Gulf News .19
(2026-05-14)
20. Robust Speech Recognition via Large-Scale Weak Supervision (Whisper) — <https://arxiv.org/abs/2212.04356> :OpenAI (Radford وآخرون) .20
(2022-12-06)
21. مركز أبحاث الهجدة: — <https://lab.alhajda.com/research/humanoid/> :مركز أبحاث الهجدة .21
(2026-10-27)