

ALMAWARE · R&D

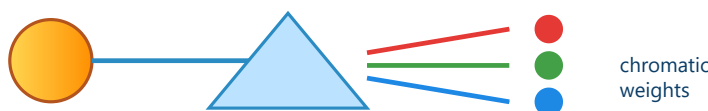
Optical Neuromorphic Computing

Optical neurons · optical memory · the "stone" · lenses & prisms · 3-D neuron array · FPGA logic-gate routing · a buildable AND circuit

מחשוב נירומורפי אופטי

נורונים אופטיים · זיכרון אופטי · "האבן" · עדשות ומנסרות · מערך תלת-ממדי · ניתוב שערים לוגיים

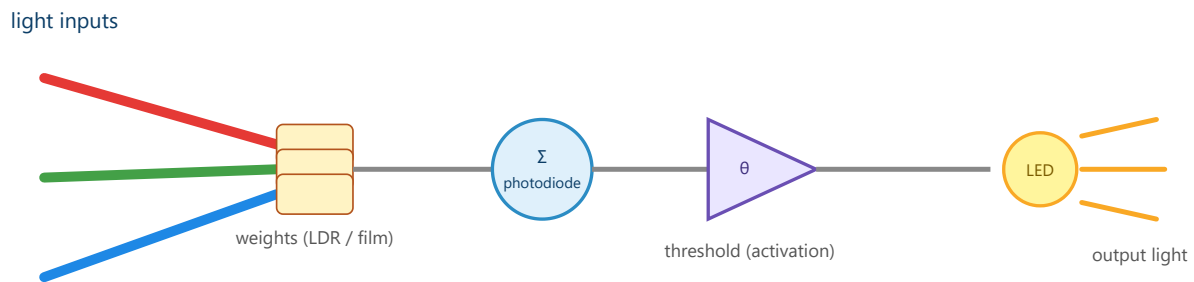
ב-FPGA · מעגל AND לבנייה



לזכרה של עלמה ז"ל — In memory of Alma

Iddo Perez · iddoperez.ai · 2026-06-24 · concept brief (research-first, plan-before-build)

1 הנירון האופטי • The Optical Neuron



Weighted light → photodiode sums it → threshold fires → output light. EN&HE below.

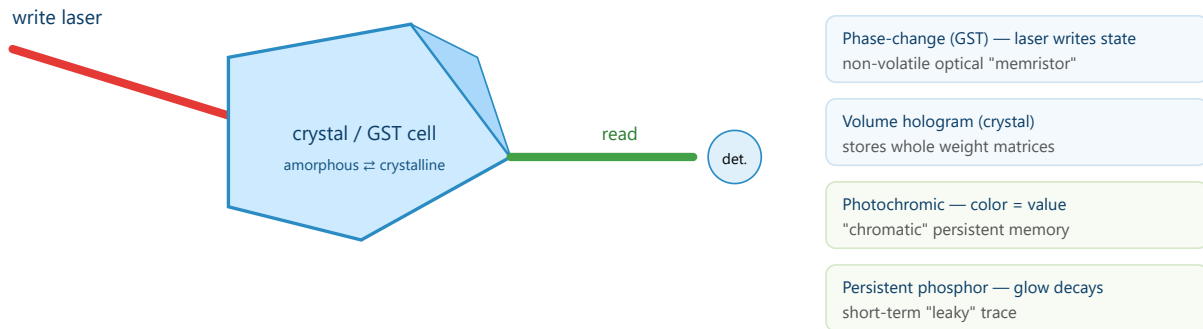
How it works

Each input is a beam of light. A **photoresistor (LDR)** or thin film in front of each beam scales it — that attenuation **is the synaptic weight**. A single **photodiode** then adds all the weighted beams together (currents sum automatically), giving the weighted sum. A simple **threshold** (a comparator, a transistor knee, or a saturable absorber) decides whether the neuron "fires" and emits its own output light through an LED. Brightness = activation. Stack many of these and light becomes the wiring.

איך זה עובד

כל כניסה היא קרן אור. נגד-אור (LDR) או שכבה דקה לפני כל קרן מחליש אותה — וההחלשה הזו היא המשקל הסינפטי. פוטודיודה אחת מחברת את כל הקרניים המשוקללות יחד (הזרמים מתחברים מעצמם) ומקבלת את הסכום המשוקלל. סף פשוט (משווה, "ברך" של טרנזיסטור, או בולע רווי) מחליט אם הנירון "יורה" ופולט אור-יציאה דרך LED. בהירות = עוצמת ההפעלה. מחברים הרבה כאלה — והאור עצמו הופך לחיווט.

"האבן" — זיכרון אופטי • Optical Memory — "the Stone"



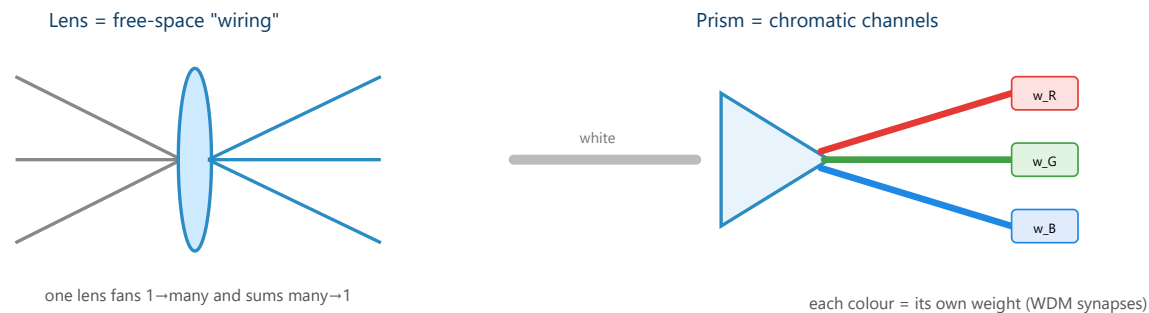
A light-written "stone" stores the weight; a weak beam reads it back.

Memory is stored **inside an optical material** — the "**stone**". A laser pulse writes a state into a **phase-change cell (e.g. GST)** by switching it between glassy and crystalline — different transparency = a stored weight, read non-destructively by a weak beam. A clear crystal can hold **volume holograms** — thousands of full weight matrices multiplexed by angle/colour. A **photochromic** film stores a value as a *colour* (your chromatic idea); a **persistent phosphor** glows and fades — a natural short-term memory.

הזיכרון נשמר בתוך חומר אופטי — "האבן". פולס לייזר כותב מצב לתא משנה-פאזה (כמו GST) בכך שמעביר אותו בין מצב זכוכיתי לגבישי — שקיפות שונה = משקל שמור, שנקרא ללא הרס בקרן חלשה. גביש שקוף יכול להחזיק הולוגרמות נפח — אלפי מטריצות משקלים, מרובבות לפי זווית/צבע. שכבה פוטוכרומית שומרת ערך כצבע (הרעיון הכרומטי שלך); זרחן מתמשך זוהר ודועך — זיכרון לטווח קצר טבעי.

3 · Lenses & Prisms — Chromatic Weights

עדשות ומנסרות — משקלים כרומטיים



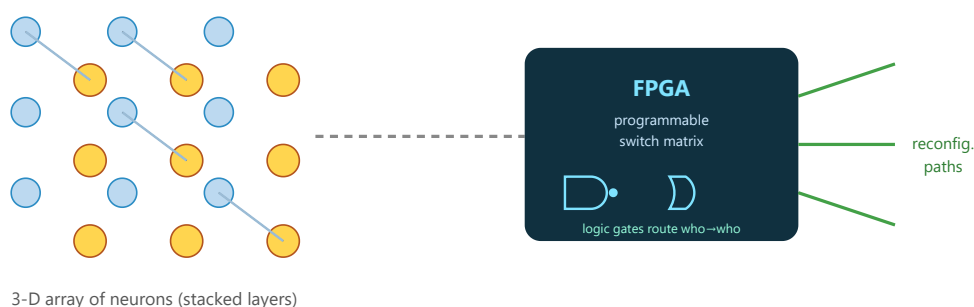
A lens does the all-to-all wiring; a prism splits white light into independent colour-weight channels.

A single **lens** images one neuron's output onto many inputs and, in reverse, sums many beams onto one detector — the **all-to-all "wiring" of a layer, done in mid-air** with no copper. Add a weight mask in the focal plane and the lens computes a matrix-vector product at the speed of light. A **prism** splits one white beam into a rainbow; give each colour its own weight cell and you get **chromatic weights** — many parallel synapses sharing one path (wavelength-division). A second prism recombines them.

עדשה אחת ממפה את יציאת נירון אחד אל רבים, ובכיוון ההפוך מסכמת קרניים רבות אל גלאי אחד — **כל החיווט של שכבה, באוויר**, בלי נחושת. מוסיפים מסכת משקלים במישור המוקד והעדשה מחשבת מכפלת מטריצה-וקטור במהירות האור. **מנסרה** מפצלת קרן לבנה לקשת צבעים; נותנים לכל צבע תא-משקל משלו ומקבלים **משקלים כרומטיים** — סינפסות מקבילות רבות באותו נתיב (ריבוב לפי אורך גל). מנסרה שנייה מאחדת אותן בחזרה.

4 · 3-D Neuron Array + FPGA Logic Gates

מערך תלת-ממדי + שערי FPGA



3-D array of neurons (stacked layers)

The FPGA's logic gates are the programmable switch-fabric that controls every path between neurons in the 3-D volume.

Neurons are stacked in a **3-D array**. The **FPGA's logic gates act as a programmable switch matrix** that decides, in real time, **which neuron connects to which** — so the whole volume can be re-wired without touching the hardware. Clean split of labour: the **memristor / optical cells hold the weights**, while the **FPGA holds the topology** (the connections). That gives **complete control of the entire 3-D array** — true structural plasticity, the network rewiring itself on command.

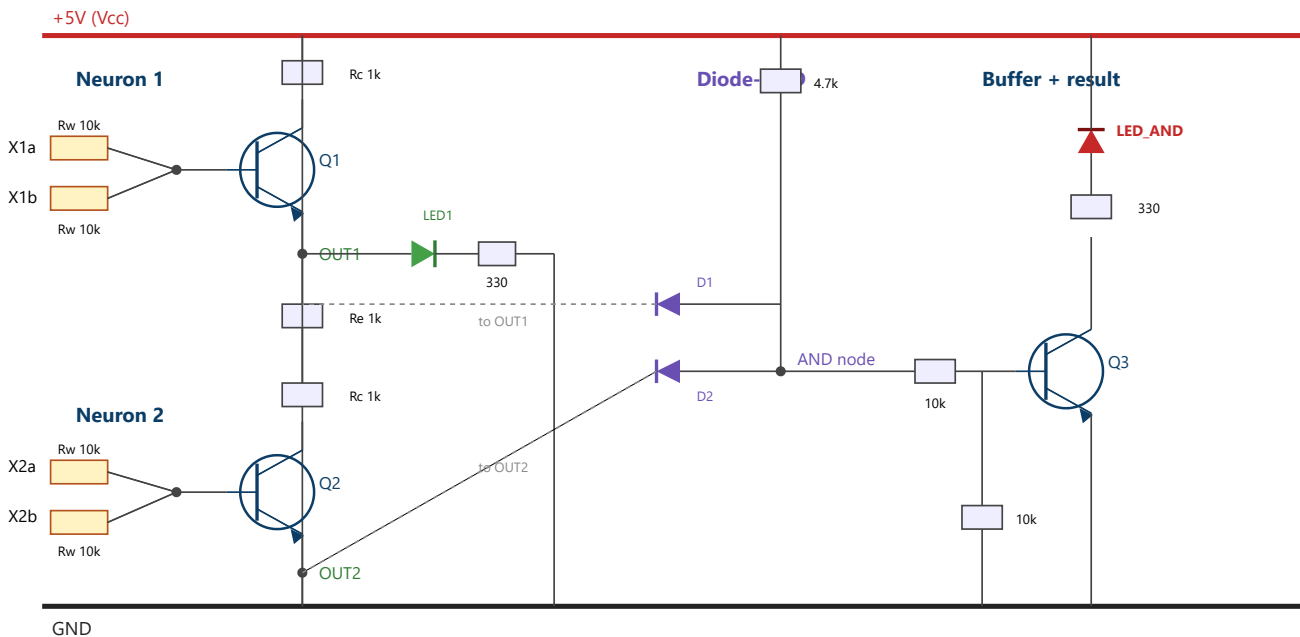
הנורונים מסודרים במערך תלת-ממדי. שערי ה-FPGA פועלים כמטריצת מיתוג מתוכנתת שמחליטה בזמן אמת איזה נירון מחובר לאיזה — כך שאפשר לחוות מחדש את כל הנפח בלי לגעת בחומרה. חלוקת עבודה נקייה: תאי הממריסטור / האופטיקה מחזיקים את המשקלים, וה-FPGA מחזיק את הטופולוגיה (החיבורים). כך מתקבלת שליטה מלאה בכל המערך התלת-ממדי — פלסטיות מבנית אמיתית, רשת שמחווטת את עצמה לפי פקודה.

5 · Buildable Circuit: 2 Neurons + AND

מעגל לבנייה: 2 נוירונים + AND

Two threshold neurons (one transistor each — the transistor's 0.7 V base threshold is the firing threshold) feeding a classic **diode-AND** gate and a buffer that lights the result LED only when **both** neurons fire.

שני נוירוני-סף (טרנזיסטור אחד לכל אחד — סף ה-0.7 וולט של הטרנזיסטור הוא סף הירייה) מזינים שער **AND מבוסס דיודות** ומאמ"ץ שמדליק את נורת התוצאה רק כששני הנוירונים יורים.



Q1, Q2 = threshold neurons → OUT1, OUT2. D1+D2+4.7k pull-up = AND. Q3 buffers it; LED_AND lights only when both neurons fire.

רשימת רכיבים Bill of materials

Part	Value	Role
Q1, Q2, Q3	BC547 / 2N2222 (NPN)	neurons + buffer
D1, D2	1N4148	the AND gate
Rw ×4	10 kΩ	input weights
Rc, Re	1 kΩ	collector / emitter
Pull-up	4.7 kΩ	AND node → Vcc

טבלת אמת Truth table

Neuron 1	Neuron 2	LED_AND
0 (rest)	0 (rest)	OFF
1 (fires)	0 (rest)	OFF
0 (rest)	1 (fires)	OFF
1 (fires)	1 (fires)	ON ✓

Why it works: each transistor only conducts once its summed input pushes the base past ≈ 0.7 V (the threshold). A fired neuron pulls its output HIGH. In the diode-AND, if *either* output is LOW its diode clamps the AND node low; only when **both** are HIGH does the node rise and switch Q3 on, lighting LED_AND.

Rb, Rbg	10 k Ω	Q3 base + pulldown
3 \times R	330 Ω	LED limiters
LED1,LED2,LED_AND	any	fire indicators
Vcc	5 V	supply

למה זה עובד: כל טרנזיסטור מוליך רק כשהכניסה המסוכמת חוצה ≈ 0.7 וולט (הסף). נירון שיורה מושך את יציאתו ל-HIGH. בשער הדיודות, אם *אמת* מהיציאות נמוכה הדיודה שלה מקבעת את הצומת לנמוך; רק כששתיהן גבוהות הצומת עולה ומדליק את Q3 ואת LED_AND.

ALMAWARE · לזכרה של עלמה ז"ל · concept brief — verify component values on a breadboard before trusting; research-first, plan-before-build.