

JARINGAN NEURAL UNTUK PENGENALAN POLA YANG INVARIAN TERHADAP TRANSLASI DAN ROTASI

Thomas Sri Widodo *)

ABSTRACT

Analog coupled neurons (CN) can be used in trainable pattern recognition systems. A training algorithm called Coupled Neuron Rule (CNR) is used to implement classification functions.

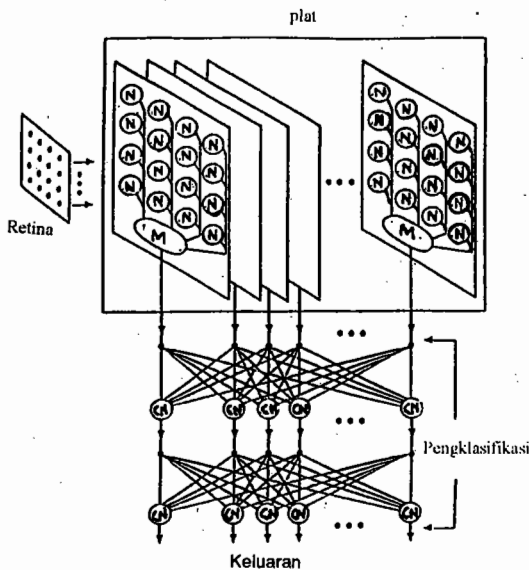
A character recognition system involving an invariance network and a trainable classifier is proposed. The invariance net can be trained to produce a set of outputs that are insensitive to translation and rotation of the retinal input patterns. The outputs of the invariance net are scrambled. When these outputs are fed to a trainable classifier, the final outputs are descrambled and the original patterns are reproduced in standard position and orientation.

PENDAHULUAN

Jaringan neural mempunyai struktur paralel masif, yang terdiri atas elemen pemrosesan dan terhubung satu sama lain dengan pembobotan. Jaringan neural tersusun menurut sistem neural biologis, yang menyimpan pola dengan penyandian terdistribusi dan merupakan sistem-dinamis nonlinear terlatih. Jaringan neural mempunyai tanggapan yang lebih cepat dan kinerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan komputer digital sekuensial dalam emulasi kemampuan otak manusia.

SISTEM PENGENALAN POLA INVARIAN TERHADAP TRANSLASI DAN ROTASI

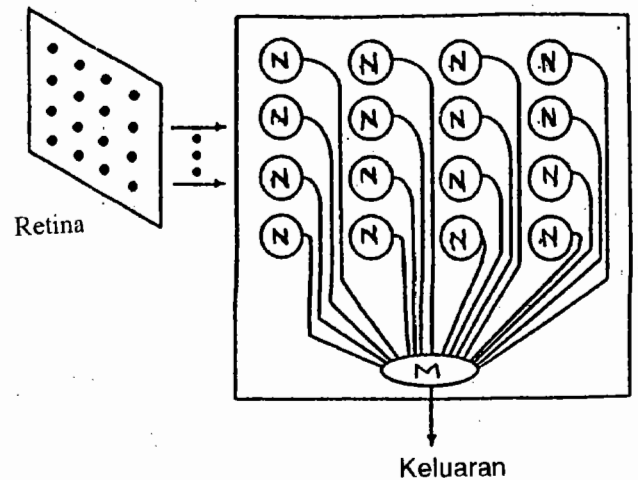
Arsitektur sistem pengenalan pola yang hanya invarian terhadap translasi terlihat pada Gambar 1. Jaringan mempunyai banyak plat (slab) dengan elemen berlabel N adalah neuron sigmoid, M adalah pemungut suara mayoritas (majority vote taker) dan CN adalah neuron terkopel analog (analog-coupled neuron). Setiap plat di dalam jaringan dapat menghasilkan keluaran tunggal yang invarian terhadap translasi kiri-kanan dan atas-bawah.



Gambar 1. Sistem pengenalan pola yang invarian terhadap translasi

Jaringan Invarian

Suatu plat yang invarian terhadap translasi kiri-kanan dan atas-bawah terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Plat yang invarian terhadap translasi kiri-kanan dan atas-bawah

Pola bobot seluruh larik neuron untuk satu plat pada Gambar 2 adalah sebagai berikut:

(W1)	TR1(W1)	TR2(W1)	TR3(W1)
TD1(W1)	TR1TD1(W1)	TR2TD1(W1)	TR3TD1(W1)
TD2(W1)	TR1TD2(W1)	TR2TD2(W1)	TR3TD2(W1)
TD3(W1)	TR1TD3(W1)	TR2TD3(W1)	TR3TD3(W1)

dengan (W1) adalah larik bobot dari neuron pojok kiri atas. Operator TDn menyatakan translasi ke bawah n kali sedangkan TRn menyatakan translasi ke kanan n kali. Translasi pola menyebabkan pertukaran peran unit neuron dalam menanggapi pola. Tetapi karena semua neuron diboboti sama dan dijumlahkan oleh elemen mayoritas, maka tanggapan keluaran tidak berubah oleh translasi tersebut.

Himpunan bobot plat pertama dapat dipilih secara acak, sedangkan bobot plat yang lain berbeda dengan yang pertama, tetapi juga dipilih secara acak.

*) Dr. Ir. Thomas Sri Widodo DEA, Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik UGM.

$$\delta_i = O_i(t_i - O_i) \quad \text{untuk unit keluaran} \quad 9a)$$

$$= O_i \sum_m W_{mi} \delta_m \quad \text{untuk unit yang lain} \quad 9b)$$

dengan t_i adalah sinyal yang diinginkan untuk unit i , O_i adalah keluaran sebenarnya dan O_i adalah derivatif untuk O_i .

HASIL SIMULASI

Sistem pengenalan pola yang invarian terhadap translasi dan rotasi ini telah disimulasikan dengan komputer. Himpunan pola pelatihan terdiri atas 10 huruf numeris yang disusun pada retina 8x8 piksel dalam posisi baku. Jaringan invarian terdiri atas 25 plat yang masing-masing terdiri atas 64 neuron sigmoid dengan bobot tetap menurut pola simetri (2) dan bobot ini dipilih acak.

Jaringan pengklasifikasi menggunakan algoritma CNR. Pengklasifikasi mempunyai 3 lapis yakni lapisan masukan (25 neuron), lapisan tersembunyi (25 neuron) dan lapisan keluaran (10 neuron). Bobot awal dipilih secara acak dengan interval (-1,+1). Nilai ukuran langkah dan koefisien momentum yang dipilih adalah 0,9 dan 0,7. Nilai b_1 dan b_2 ditentukan berdasarkan cacah iterasi terkecil yang dihasilkan agar jaringan konvergen. Dari percobaan diperoleh $b_1 = 1$ dan $b_2 = 0,2$.

Tanggapan yang diinginkan yang digunakan untuk pelatihan adalah :

(1,0,0,0,0,0,0,0,0) untuk huruf numeris "0",

(0,1,0,0,0,0,0,0,0) untuk huruf numeris "1",

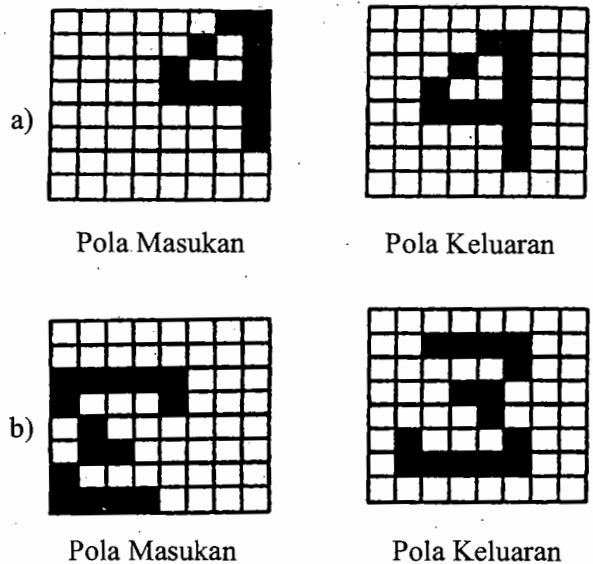
dan seterusnya sampai dengan :

(0,0,0,0,0,0,0,0,1) untuk huruf numeris "9".

Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi untuk pola masukan yang mengalami translasi dan rotasi.

KESIMPULAN

Sistem pengenalan pola yang invarian terhadap translasi dan rotasi yang disajikan dalam tulisan ini menunjukkan kinerja yang baik untuk pengenalan huruf numeris. Cacah plat pada jaringan invarian untuk memperoleh akurasi pengenalan yang optimal adalah 25 (menurut Fukumi, 1992). Implementasi real sistem pengenalan pola masih memerlukan kemampuan invarian terhadap skala dan perspektif dari pola retina. Metode pendekatan yang digunakan untuk penentuan bobot jaringan invarian adalah sama seperti untuk invarian terhadap translasi dan rotasi.



Gambar 5. Hasil simulasi. Pengenalan pola huruf numeris yang mengalami translasi naik-kanan (a), serta translasi ke kiri dan rotasi 180° (b)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada saudara Arief Hermawan dan saudara Yuniarto Kurniawan yang telah membantu pada pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fukumi M., Omatu S., 1991, A New Back- Propagation Algorithm with Coupled Neuron , IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 2, No. 5, p.535 - 538.
- Fukumi M., Omatu S., Takeda F., Kosaka T., 1992, Rotation Invariant Neural Pattern Recognition System with Application to Coin Recognition , IEEE Transactions on Neural Networks, Vol. 3, No. 2, p. 276 - 279.
- Rumelhart D. E., McClelland J. L., 1986, Parallel Distributed Processing , Vol. I and II, MIT Press, Cambridge.
- Widrow B., Winter R., 1988, Neural Nets for Adaptive Filtering and Adaptive Pattern Recognition , IEEE Transactions on Computer, Vol. 3, p. 1109 -1118.
- Widrow B., Winter R., Baxter R. A., 1988, Layered Neural Nets for Pattern Recognition , IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. 36, No. 7, p. 1109-1118