



Tentissä saa käyttää kirjallista materiaalia oman valinnan mukaan.

1. Jos  $R$  on sumea relaatio  $X \times Y$ :ssä, niin määrittelemme *käänteisrelaation*  $R^{-1} : Y \times X \rightarrow [0, 1]$  yhtälöllä

$$R^{-1}(y, x) = R(x, y) \quad \text{kaikilla } x \in X, y \in Y.$$

Jos  $R_1$  on sumea relaatio  $X \times Y$ :ssä,  $R_2$  sumea relaatio  $Y \times Z$ :ssa ja  $T$  t-normi, niin osoita, että

$$(R_1 \circ_T R_2)^{-1} = R_2^{-1} \circ_T R_1^{-1}.$$

2. Oletetaan, että  $u, v \in \mathcal{F}$  ja  $u, v > 0$ .

a. Muodosta  $\ln(u)$ :n  $\alpha$ -tasot.

b. Osoita, että  $\ln(uv) = \ln(u) + \ln(v)$ .

Perustelut mukaan!

3. Oletetaan, että  $A$  on surjektio ja modus ponensin t-normina on minimi. Laske seuraavan päättelyn tulos

$$\frac{A \xrightarrow{\text{KLE}} B}{\frac{A_{\text{VERY}}}{C}}$$

4. Oletetaan, että neuroverkon arkkitehtuuri on yksinkertainen perceptron-verkko, muuttujat ovat jatkuvia ja output-yksikön aktivaatiofunktiona on

$$f(t) = \frac{1}{1 + \exp(-t)}.$$

Olkoon  $r \in (0, 1)$  annettu. Käytämme verkkoa luokitteluun siten, että jos  $o_i = o(\mathbf{x}_i) \geq r$ , niin  $i$ . havainto luokitellaan luokkaan L1, muutoin luokkaan L2.

Osoita, että luokat L1 ja L2 voidaan erottaa toisistaan jollakin  $\mathbb{R}^n$ :n hypertasolla.