โครงสร้างพีชคณิต quotient pseudo d-algebras

The structure of quotient pseudo d-algebras

ชาญวิทย์ ปราบพยัคฆ์

งานวิจัยได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง โครงสร้างพีชคณิต quotient pseudo d-algebras
ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ ปราบพยัคฆ์
ปีที่ทำวิจัย พ.ศ. 2563

บทคัดย่อ

สำหรับงานวิจัยนี้ เราจะศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างพีชคณิต pseudo d-algebras และเพิ่มคุณสมบัติของ pseudo d-ideal เพื่อที่จะสร้าง quotient pseudo d-algebras และสามารถแสดงได้ว่า quotient pseudo d-algebras ยังเป็น pseudo d-algebras

คำสำคัญ : โครงสร้างพีชคณิต pseudo d-algebra, ไอดีล

Title The structure of quotient pseudo d-algebras

Researcher Asst.Prof. Dr. Chanwit Prabpayak

Year 2020

Abstract

In this research, we will study an algebraic structure, pseudo d-algebras. Then we give some more properties for pseudo d-ideal that can construct a quotient pseudo d-algebras. Moreover, we show that the quotient pseudo d-algebras is a pseudo d-algebras.

Keywords: pseudo d-algebra, ideal

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณอธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยและอำนวยความสะดวกในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครูอาจารย์ ของคณะผู้วิจัยทุกท่าน ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

d-algebra คือเป็นที่ไม่ว่าง non-empty set X รวมกัย constant 0 และ binary operation $*$ ประกอบกับคุณสมบัติดังนี้ :

1. $x*x=0$
2. $0*x=0$
3. $x*y=0$ และ $y*x=0$ แล้ว $x=y$ สำหรับทุก x,y ใน X .

สมมติ $(X,*,0)$ เป็น d-algebra และ $\phi \neq I \subset X$. จะเรียก I ว่า a d-subalgebra of X ถ้า $x*y \in I$ เมื่อ $x \in I$ and $y \in I$. และจะเรียก I ว่า d-ideal of X ถ้ามีสมบัติดังนี้ :

1. $x*y \in I$ and $x*y \in I$ and $y \in I$ imply $x \in I$.
2. $x \in I$ and $y \in X$ imply $x*y \in I$, i.e., $I*X \subset I$

A pseudo d-algebra หมายถึง a non-empty set X รวมกันกับ a constant 0 และ a binary operations $\bullet$ and $*$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้:

1. $x*x=x\bullet x=0$
2. $0*x=0\bullet x=0$
3. $x*y=y\bullet x=0$ implies $x=y$ for all x,y in X .

ตัวอย่าง. ให้ $X=[0,\infty)$ แลกำหนดให้

$$x*y=\begin{cases}0 \text{ if } & x=y, x=0, \text{or } \left(\dfrac{x}{y}\right) \text{ is rational when } y\neq 0,\\ 1 & \text{otherwise.}\end{cases}$$

$$x\bullet y=\begin{cases}0 \text{ if } & x=y, x=0, \text{or } \left(\dfrac{x}{y}\right) \text{ is rational when } y\neq 0,\\ 2 & \text{otherwise.}\end{cases}$$

แล้วเราจะสามารถตรวจสอบได้ว่า $(X,*,\bullet,0)$ คือ pseudo d-algebras.

ปัจจุบัน d-ideal ใน pseudo d-algebra ยังขาดสมบัติบางประการซึ่งไม่สามารถทำให้เกิดโครงสร้าง Quotient algebra ได้ งานวิจัยนี้จะเก็บรวบรวมสมบัติต่างๆเพื่อที่จะสร้าง Quotient pseudo d-algebra และหาสมบัติต่างๆที่จะเกิดขึ้น

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. ศึกษาโครงสร้าง pseudo d-algebras และหาสมบัติที่เกี่ยงข้องกับ d-ideal
2. สร้างโครงสร้าง Quotient pseudo d-algebras และหาสมบัติต่างๆที่

ขอบเขตของการวิจัย

หาสมบัติทางพีชคณิต บน Quotient pseudo d-algebras ที่สร้างขึ้น

ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

ศึกษาและเพิ่มเติมสมบัติบางประการใน pseudo d-ideal *ของ* pseudo d-algebras *จากเดิมที่มีสมบัติ:*

1. $x*y \in I$ and $x \bullet y \in I$ and $y \in I$ imply $x \in I$.
2. $x \in I$ and $y \in X$ imply $x*y \in I$ and $x \bullet y \in I$, i.e., $I*X \subset I$ and $I \bullet X \subset I$.

ให้สามารถสร้าง quotient pseudo d-algebra ได้ จากนั้นเราจะสามารถหาสมบัติ homomorphism บน quotient pseudo d-algebra ที่สร้างขึ้นได้

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีบท. ถ้า I เป็น *pseudo d-ideal of a pseudo d-algebra* X, แล้ว $0 \in I$.

ทฤษฎีบท. ให้ I เป็น *pseudo d-ideal of a pseudo d-algebra* X, ถ้า $x \in I$ และ $y*x=0$ หรือ $y \bullet x = 0$, แล้ว $y \in I$.

ทฤษฎีบท. ถ้า I เป็น *pseudo d-ideal of a pseudo d-algebra* X, แล้ว $0 \in I$.

ทฤษฎีบท. ให้ I เป็น *pseudo d-ideal of a pseudo d-algebra* X, ถ้า $x \in I$ และ $y*x=0$ หรือ $y \bullet x = 0$, แล้ว $y \in I$.

ทฤษฎีบท. ให้ $\varphi:(X,*,\bullet,0) \to (Y,*',\bullet',0)$ เป็น *homomorphism of pseudo d-algebras.* แล้วเราจะได้ว่า*:*

1. ถ้า $(Y,*',\bullet',0)$ มีสมบัติที่ว่า $x*'0 = x\bullet'0 = x$ *for all* $x \in Y$, แล้ว $\ker\varphi$ จะเป็น *pseudo d-ideal of* X.

2. $x*y \in \ker\varphi$ และ $x \bullet y \in \ker\varphi$ ก็ต่อเมื่อ $\varphi(x)=\varphi(y)$*, for all* $x,y \in X$.

ทฤษฎีบท. ให้ $f: X \to Y$ เป็น *homomorphism of pseudo d-algebras.* แล้ว f จะเป็น *homomorphism* ก็ต่อเมื่อ $\ker f = \{0\}$.

ทฤษฎีบท. ให้ X,Y และ Z เป็น *pseudo d-algebras,* และ $h: X \to Y$ เป็น *onto homomorphism of pseudo d-algebras,* และ $g: X \to Z$ เป็น *homomorphism of pseudo d-algebras.* ถ้า $\ker h \subset \ker g$, แล้วจะมี *exists a unique homomorphism of pseudo d-algebras* $f: Y \to Z$ ที่ซึ่ง $f \circ h = g$.

ทฤษฎีบท. ให้ X,Y และ Z เป็น *pseudo d-algebras,* และ $g:X \to Z$ เป็น *homomorphism of pseudo d-algebras,* และ $h:Y \to Z$ เป็น *one-one homomorphism of pseudo d-algebras.* ถ้า $\operatorname{Im} g \subset \operatorname{Im} h,$ แล้วจะได้ว่ามี *unique homomorphism of pseudo d-algebras* $f:X \to Y$ ที่ซึ่ง $h \circ f = g$.

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษา *pseudo d-algebras*
2. เพิ่มสมบัติบางประการให้ d-ideal
3. ตั้งสมมติฐานและทดสอบสมมติฐาน
4. สร้าง quotient pseudo d-algebras และหาคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง
5. พิสูจน์และวิเคราะห์ผล

บทที่ 2 ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและระเบียบวิธีการวิจัย

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

นิยาม d-algebra คือเป็นที่ไม่ว่าง non-empty set X รวมกับ constant 0 และ binary operation $*$ ประกอบกับคุณสมบัติดังนี้ :

1. $x*x=0$
2. $0*x=0$
3. $x*y=0$ และ $y*x=0$ แล้ว $x=y$ สำหรับทุก x,y ใน X .

สมมติ $(X,*,0)$ เป็น d-algebra และ $\phi \neq I \subset X$. จะเรียก I ว่า a d-subalgebra of X ถ้า $x*y \in I$ เมื่อ $x \in I$ and $y \in I$. และจะเรียก I ว่า d-ideal of X ถ้ามีสมบัติดังนี้ :

1. $x*y \in I$ and $x*y \in I$ and $y \in I$ imply $x \in I$.
2. $x \in I$ and $y \in X$ imply $x*y \in I$, i.e., $I*X \subset I$

นิยาม A pseudo d-algebra หมายถึง a non-empty set X รวมกันกับ a constant 0 และ a binary operations $\bullet$ and $*$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้:

1. $x*x=x\bullet x=0$
2. $0*x=0\bullet x=0$
3. $x*y=y\bullet x=0$ implies $x=y$ for all x,y in X .

นิยาม ให้ $(X,*,0)$ เป็น d-algebra และ $\phi \neq I \subset X$. จะเรียก I ว่า pseudo d-ideal ถ้า

1. $x*y \in I$ and $x\bullet y \in I$ and $y \in I$ imply $x \in I$.
2. $x \in I$ and $y \in X$ imply $x*y \in I$ และ $x\bullet y \in I$

และจะเรียก pseudo d-ideal I ว่า pseudo d*-ideal ถ้า

1. $x*y \in I$ and $y*z \in I$ แล้ว $x*z \in I$.
2. $x\bullet y \in I$ and $y\bullet z \in I$ แล้ว $x\bullet z \in I$.
3. $x*y \in I$ and $y*x \in I$ แล้ว $(x*z)*(y*z) \in I$ และ $(z*x)*(z*y) \in I$ และ $(x*z)\bullet(y*z) \in I$ และ $(z*x)\bullet(z*y) \in I$
4. $x\bullet y \in I$ and $y\bullet x \in I$ แล้ว $(x\bullet z)\bullet(y\bullet z) \in I$ และ $(z\bullet x)\bullet(z\bullet y) \in I$ และ $(x\bullet z)*(y\bullet z) \in I$ และ $(z\bullet x)*(z\bullet y) \in I$

นิยาม สำหรับ d-ideal I จะเรียกว่าเป็น normal ถ้าสอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้

$$x\bullet y \in I \text{ ก็ต่อเมื่อ } x*y \in I .$$

ให้ I เป็น pseudo d*-ideal เราจะนิยาม $x \equiv_I y$ ก็ต่อเมื่อ $x * y \in I$, $y * x \in I$ และ $x \bullet y \in I$, $y \bullet x \in I$

เราสามารถพิสูจน์ได้ว่า $\equiv_I$ เป็น congruence relation บน pseudo d-algebra X นั่นคือมีคุณสมบัติ

- สะท้อน
- สมมาตร
- ถ่ายทอด
- ถ้า $x \equiv_I y$ และ $u \equiv_I v$ แล้ว $x * u \equiv_I y * v$ และ $x \bullet u \equiv_I y \bullet v$

บทที่ 3 ผลของการทดลอง

สำหรับ pseudo d-algebra เราหมายถึง a non-empty set X รวมกันกับ a constant 0 และ a binary operations $\bullet$ and $*$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้:

1. $x*x = x\bullet x = 0$
2. $0*x = 0\bullet x = 0$
3. $x*y = y\bullet x = 0$ implies $x = y$ for all x, y in X.

และ ถ้า $\phi \neq I \subset X$ จะเรียก I ว่า pseudo d-ideal เมื่อมีสมบัติ

1. $x*y \in I$ and $x\bullet y \in I$ and $y \in I$ imply $x \in I$.
2. $x \in I$ and $y \in X$ imply $x*y \in I$ และ $x\bullet y \in I$

และจะเรียก pseudo d-ideal I ว่า pseudo d*-ideal ถ้า

1. $x*y \in I$ and $y*z \in I$ แล้ว $x*z \in I$.
2. $x\bullet y \in I$ and $y\bullet z \in I$ แล้ว $x\bullet z \in I$.
3. $x*y \in I$ and $y*x \in I$ แล้ว $(x*z)*(y*z) \in I$ และ $(z*x)*(z*y) \in I$ และ $(x*z)\bullet(y*z) \in I$ และ $(z*x)\bullet(z*y) \in I$
4. $x\bullet y \in I$ and $y\bullet x \in I$ แล้ว $(x\bullet z)\bullet(y\bullet z) \in I$ และ $(z\bullet x)\bullet(z\bullet y) \in I$ และ $(x\bullet z)*(y\bullet z) \in I$ และ $(z\bullet x)*(z\bullet y) \in I$

สำหรับ d-ideal I จะเรียกว่าเป็น normal ถ้าสอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้

$$x\bullet y \in I \text{ ก็ต่อเมื่อ } x*y \in I.$$

ต่อมาเรากำหนดให้ I เป็น pseudo d*-ideal เราจะนิยาม $x \equiv_I y$ ก็ต่อเมื่อ $x*y \in I$, $y*x \in I$ และ $x\bullet y \in I$, $y\bullet x \in I$

จากนั้นเราจะสร้าง class โดยกำหนดให้

$$[x]_{\equiv_I} = \{y \in X \mid x \equiv_I y\}$$

นั่นคือ $[x]_{\equiv_I} = \{y \in X \mid x*y \in I, y*x \in I, x\bullet y \in I, y\bullet x \in I\}$

แล้วเราสามารถพิสูจน์ได้ว่า

1. $[0]_{\equiv_I} = I$
2. $x \in [x]_{\equiv_I}$
3. $x \equiv_I y$ ก็ต่อเมื่อ $[x]_{\equiv_I} = [y]_{\equiv_I}$
4. สอง class $[x]_{\equiv_I}$ และ $[y]_{\equiv_I}$ จะเท่ากันหรือแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง

สร้าง Quotient pseudo d-algebra by normal d*-ideal

ให้ X เป็น pseudo d-algebra และ I เป็น pseudo d*-ideal บน X

กำหนดให้ $X/\equiv_I = \{[x] \mid x \in X\}$

โดยที่ $[x]_{\equiv_I} * [y]_{\equiv_I} = [x*y]_{\equiv_I}$ และ $[x]_{\equiv_I} \bullet [y]_{\equiv_I} = [x\bullet y]_{\equiv_I}$

แล้วเราสามารถแสดงได้ว่า operation * และ $\bullet$ well-defined

ทฤษฎีบท ให้ X เป็น pseudo d-algebra และ I เป็น pseudo d*-ideal บน X แล้วจะได้ว่า Quotient pseudo d-algebra $\left(X/\equiv_I, *, \bullet, [0]_{\equiv_I}\right)$ เป็น pseudo d-algebra

พิสูจน์ ให้ $[x]_{\equiv_I} = [y]_{\equiv_I}$ และ $[a]_{\equiv_I} = [b]_{\equiv_I}$
จะได้ว่า $x \equiv_I y$ และ $a \equiv_I b$
แล้ว $x * a \equiv_I y * b$ เนื่องจาก $\equiv_I$ เป็น congruence relation
ดังนั้น $[x]_{\equiv_I} * [a]_{\equiv_I} = [x * a]_{\equiv_I} = [y * b]_{\equiv_I} = [y]_{\equiv_I} * [b]_{\equiv_I}$
ทำนองเดียวกัน จะได้ $[x]_{\equiv_I} \bullet [a]_{\equiv_I} = [x \bullet a]_{\equiv_I} = [y \bullet b]_{\equiv_I} = [y]_{\equiv_I} \bullet [b]_{\equiv_I}$
นั่นคือ $\left(X/\equiv_I, *, \bullet, [0]_{\equiv_I}\right)$ เป็น pseudo d-algebra

บทที่ 4 สรุปผลและข้อเสนอแนะของการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

เราสามารถสร้าง Quotient pseudo d-algebra บน pseudo d-algebra ดังนี้

สำหรับ pseudo d-algebra เราหมายถึง a non-empty set X รวมกันกับ a constant 0 และ a binary operations $\bullet$ and $*$ ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้:

1. $x * x = x \bullet x = 0$
2. $0 * x = 0 \bullet x = 0$
3. $x * y = y \bullet x = 0$ implies $x = y$ for all x, y in X.

และ ถ้า $\phi \neq I \subset X$ จะเรียก I ว่า pseudo d-ideal เมื่อมีสมบัติ

1. $x * y \in I$ and $x \bullet y \in I$ and $y \in I$ imply $x \in I$.
2. $x \in I$ and $y \in X$ imply $x * y \in I$ และ $x \bullet y \in I$

และจะเรียก pseudo d-ideal I ว่า pseudo d*-ideal ถ้า

1. $x * y \in I$ and $y * z \in I$ แล้ว $x * z \in I$.
2. $x \bullet y \in I$ and $y \bullet z \in I$ แล้ว $x \bullet z \in I$.
3. $x * y \in I$ and $y * x \in I$ แล้ว $(x * z) * (y * z) \in I$ และ $(z * x) * (z * y) \in I$ และ $(x * z) \bullet (y * z) \in I$ และ $(z * x) \bullet (z * y) \in I$
4. $x \bullet y \in I$ and $y \bullet x \in I$ แล้ว $(x \bullet z) \bullet (y \bullet z) \in I$ และ $(z \bullet x) \bullet (z \bullet y) \in I$ และ $(x \bullet z) * (y \bullet z) \in I$ และ $(z \bullet x) * (z \bullet y) \in I$

สำหรับ d-ideal I จะเรียกว่าเป็น normal ถ้าสอดคล้องกับสมบัติต่อไปนี้

$$x \bullet y \in I \text{ ก็ต่อเมื่อ } x * y \in I.$$

ต่อมาเรากำหนดให้ I เป็น pseudo d*-ideal เราจะนิยาม $x \equiv_I y$ ก็ต่อเมื่อ $x * y \in I$, $y * x \in I$ และ $x \bullet y \in I$, $y \bullet x \in I$

จากนั้นเราจะสร้าง class โดยกำหนดให้

$$[x]_{\equiv_I} = \{y \in X \mid x \equiv_I y\}$$

นั่นคือ $$[x]_{\equiv_I} = \{y \in X \mid x * y \in I, y * x \in I, x \bullet y \in I, y \bullet x \in I\}$$

ต่อไปเราสร้าง Quotient pseudo d-algebra by normal d*-ideal กำหนดโดย

$$X / \equiv_I = \{[x] \mid x \in X\}$$

โดยที่ $[x]_{\equiv_I} * [y]_{\equiv_I} = [x * y]_{\equiv_I}$ และ $[x]_{\equiv_I} \bullet [y]_{\equiv_I} = [x \bullet y]_{\equiv_I}$

แล้วเราสามารถแสดงได้ว่า operation * และ $\bullet$ well-defined และ Quotient pseudo d-algebra $\left(X / \equiv_I, *, \bullet, [0]_{\equiv_I}\right)$ เป็น pseudo d-algebra

บรรณานุกรม

[1] K.Is´eki, On BCI-algebras, Math. Seminar Notes 8 (1980) 125-130.

[2] G.Georgescu, A.lorgulescu, Pseudo BCK-algebras: An extension of BCK-algebras, Proceeding of DMTCS’01: Combinatorics, Computability and Logic (2001) 94-114.

[3] Y.B. Jun, Characterization of pseudo BCK-algebras, Scientiae Mathematicae Japonice 57 (2003) 265-270.

[4] J.Neggers, H.S. Kim, On d-algebras, Math. Slovaca 49 (1999) 19-26.

[5] Y.B. Jun, H.S. Kim and J. Neggers, Pseudo d-algebras, Information Sciences 179 (2009) 1751-1759

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ ปราบพยัคฆ์
   ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Asst.Prof.Dr.Chanwit Prabpayak
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน -
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
   เวลาที่ใช้ทำวิจัย 20 ชั่วโมง/สัปดาห์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)
   สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
   เลขที่ 1381 ถ.ประชาราษฎร์ สาย 1 แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
   โทรศัพท์: 02-9132424
   E-mail: chanwit.p@rmutp.ac.th
5. ประวัติการศึกษา
   2557 PhD (Dr.rer.nat.)
   Karl-Franzens University Graz, Austria
   2552 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาคณิตศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
   2548 วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ
   สาขาวิชา Number Theory
   สาขาวิชา Algebra
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย
   7.1 ผู้อำนวยแผนงานวิจัย : -
   7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย :
      1. On ideals and congruences of KUalgebras
      2. On Isomorphisms of KU-algebras
      3. On derivations of BCC-algebras
   7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :
      1. G. Lettl and C. Prabpayak. 2014. Conductor ideals of orders in algebraic number fields. Arch. Math. 103(2), 133-138.

2. Utsanee Leerawat and Chanwit Prabpayak. 2011. On Outer (\theta,\phi)-Deriva- tions of BCC-Algebras. Far East Journal of Mathematical Sciences (FJMS). Vol. 58 No.1, 49-60.
3. C. Prabpayak and U. Leerawat. 2009. On Isomorphisms of KU-algebras. Scientia Magna Journal. Vol. 5 No.3, 26-32.
4. C. Prabpayak and U. Leerawat. 2009. On ideals and congruences of KUalgebras. Scientia Magna Journal. Vol. 5 No.1, 54-57.
5. C. Prabpayak and U. Leerawat. 2009. On derivations of BCC-algebras. Kasetsart Journal (Nat. Sci.) 43, 398-401.