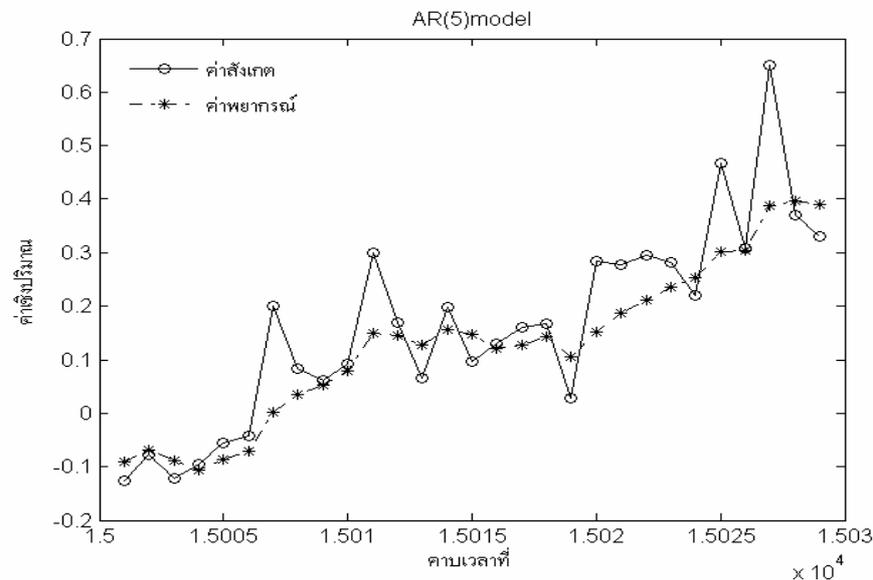


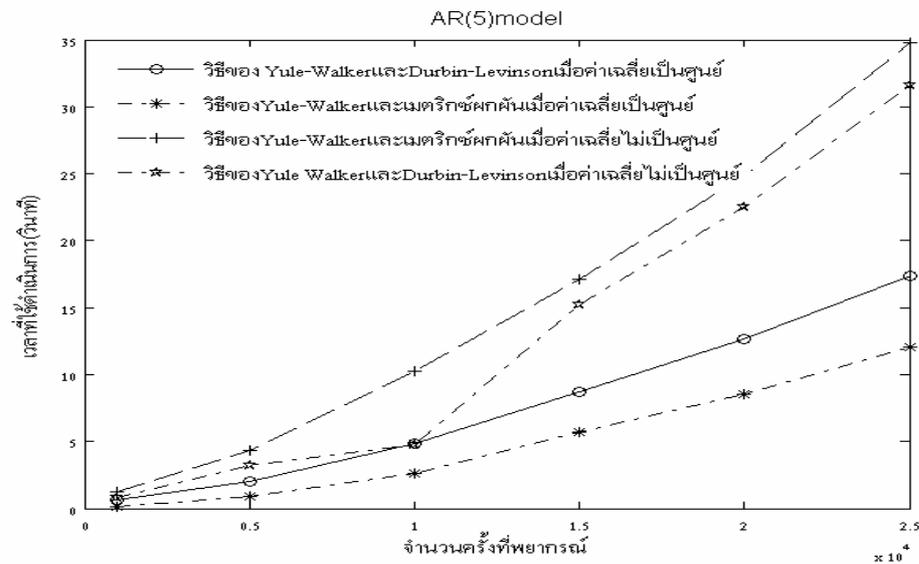
2. ในการพยากรณ์กระบวนการถดถอยที่เป็นค่าเดี่ยวโดยพยากรณ์ล่วงหน้าหนึ่งช่วงเวลา แต่ทำการพยากรณ์ติดต่อกันเป็นเวลายาวนานแสดงในภาพที่ 10 พบว่า



ภาพที่ 10 ค่าสังเกตและค่าพยากรณ์ด้วยตัวแบบ AR(5) โดยสมการพยากรณ์อยู่ในรูป

$$\hat{y}_t = \hat{\phi}_1 y_{t-1} + \hat{\phi}_2 y_{t-2} + \dots + \hat{\phi}_p y_{t-p} \text{ เมื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุด ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผันเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการเป็นศูนย์ } (\mu = 0)$$

2.1 การพยากรณ์กระบวนการถดถอยบนตัวเอง ล่วงหน้าหนึ่งช่วงเวลา ที่ทำติดต่อกันเป็นเวลานาน เมื่อทราบค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ($\mu = 0$ หรือ $\mu \neq 0$) หรือไม่ทราบค่าเฉลี่ยของกระบวนการแล้วประมาณค่าเฉลี่ยของกระบวนการด้วย ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\hat{\mu} = \bar{x}$) การพยากรณ์กระบวนการถดถอยบนตัวเองด้วยสมการ $\hat{y}_t = \hat{\phi}_1 y_{t-1} + \hat{\phi}_2 y_{t-2} + \dots + \hat{\phi}_p y_{t-p}$ จากวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ของ Yule-Walker ร่วมกับวิธี recursion ของ Durbin-Levinson ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า เมื่อใช้วิธีของ Yule-Walker ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ แสดงว่าการดำเนินงานในการปรับเลื่อนค่าประมาณของสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (sample partial autocorrelation: r_{kk}) ในวิธี recursion ของ Durbin-Levinson ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าการปรับเลื่อนค่าโดยวิธี rank one update ในวิธีเมตริกซ์ผกผัน และวิธี คิว อาร์ ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับผลในข้อ 1.1 (การพยากรณ์ล่วงหน้าหนึ่งช่วงเวลาเพียงหนึ่งครั้ง) ดังภาพที่ 11 และตารางที่ 5 เมื่อใช้ค่าข้อมูลจริงในตารางที่ 13 กับตารางผนวกที่ ก58

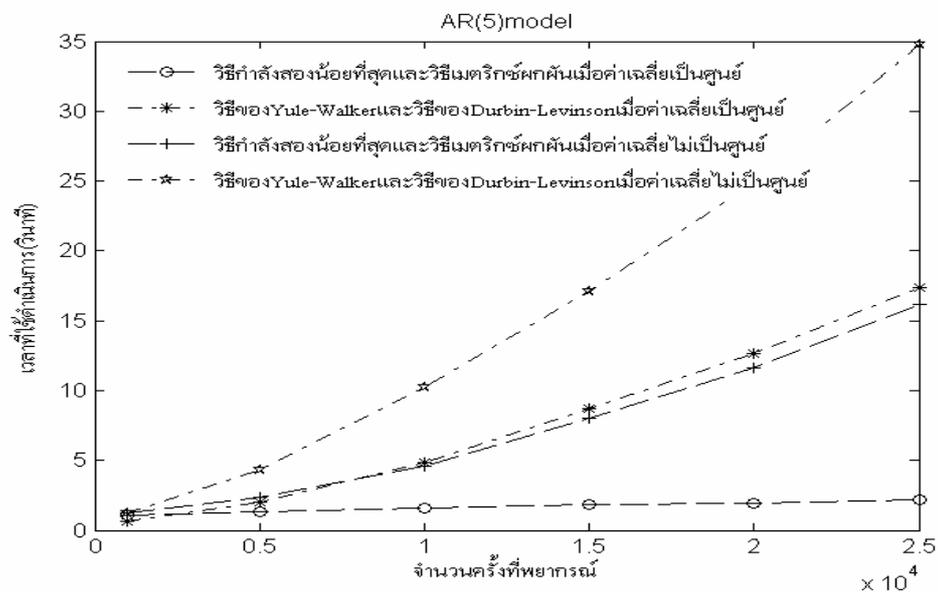


ภาพที่ 11 เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการเป็นศูนย์ ($\mu = 0$) และเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่เป็นศูนย์ ($\mu \neq 0$) จากวิธีของ Yule-Walker ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน เปรียบเทียบกับ วิธี Yule-Walker ร่วมกับ recursion ของ Durbin-Levinson ของกระบวนการ AR(5)

2.2 ในการพยากรณ์กระบวนการถดถอยบนตัวเองเมื่อทราบค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ($\mu = 0$ หรือ $\mu \neq 0$) ด้วยสมการ $\hat{y}_t = \hat{\phi}_1 y_{t-1} + \hat{\phi}_2 y_{t-2} + \dots + \hat{\phi}_p y_{t-p}$ โดยการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่าวิธีของ Yule-Walker ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ ดังแสดงในภาพที่ 12 และตารางที่ 5 เมื่อใช้ค่าข้อมูลจริงในตารางที่ 13 กับตารางผนวกที่ ก57 และ ก58 เนื่องจากการปรับแก้ค่าผลรวมของค่าสังเกต (เช่น $\sum_{t=p+1}^T x_{t-1}x_{t-2}$) โดยวิธี rank one update ในระบบสมการ $A\hat{x} = b$ ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน และวิธี คิว อาร์ นั้นใช้เวลาน้อยกว่าการปรับแก้ค่าประมาณของสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (sample partial autocorrelation: r_{kk}) โดยวิธี rank one update ในระบบสมการ $A\hat{x} = b$ ของวิธี Yule-Walker ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน และวิธี คิว อาร์ ทำให้ใช้เวลาดำเนินการโดยรวมของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดต่ำกว่าวิธีของ Yule-Walker ถึงแม้ว่าการดำเนินการเกี่ยวกับเมตริกซ์ A ของระบบสมการ $A\hat{x} = b$ ในวิธีกำลังสองน้อยที่สุดใช้เวลามากกว่าวิธีของ Yule-Walker

2.3 เมื่อทราบค่าเฉลี่ยของกระบวนการ ($\mu = 0$ หรือ $\mu \neq 0$) การพยากรณ์โดยใช้

สมการ $\hat{y}_t = \hat{\phi}_1 y_{t-1} + \hat{\phi}_2 y_{t-2} + \dots + \hat{\phi}_p y_{t-p}$ ในช่วงแรกที่จำนวนค่าที่พยากรณ์มีค่าน้อย การพยากรณ์กระบวนการถดถอยบนตัวเองด้วยวิธี Yule-Walker ร่วมกับวิธี recursion ของ Durbin-Levinson ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ แต่เมื่อจำนวนค่าที่พยากรณ์มีค่ามากขึ้น วิธีกำลังสองน้อยสุดร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ กลับใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่าวิธี Yule-Walker ร่วมกับวิธี recursion ของ Durbin-Levinson ดังภาพที่ 13 ในตารางที่ 5 และตารางผนวกที่ ก58 แสดงว่าถึงแม้การดำเนินการเกี่ยวกับเมตริกซ์ A ของระบบสมการ $A\hat{x} = b$ ของวิธี Yule-Walker ใช้เวลาน้อยกว่าวิธีกำลังสองน้อยสุด (ให้ผลเช่นเดียวกับในข้อ 1.2 การพยากรณ์ล่วงหน้าหนึ่งช่วงเวลาที่ทำเพียงหนึ่งครั้ง) แต่ผลจากการปรับแก้ค่าผลรวมของค่าสังเกต (เช่น $\sum_{t=p+1}^T x_{t-1}x_{t-2}$) โดยวิธี rank one update ในระบบสมการ $A\hat{x} = b$ ของวิธีกำลังสองน้อยสุดที่ใช้เวลาในการดำเนินงานน้อยกว่าการปรับแก้ค่าประมาณของสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (sample partial autocorrelation: r_{kk}) โดยวิธี recursion ของ Durbin-Levinson ก็ยังคงทำให้เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานโดยรวมของวิธีกำลังสองน้อยสุดมีค่าน้อยกว่าวิธีของ Yule-Walker (ให้ผลเช่นเดียวกับในข้อ 2.2 การพยากรณ์ล่วงหน้าหนึ่งช่วงเวลาที่ทำติดต่อกันเป็นเวลายาวนาน)



ภาพที่ 12 เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานของวิธีกำลังสองน้อยสุด ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน และวิธี Yule-Walker ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการเป็นศูนย์ ($\mu = 0$) และเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่เป็นศูนย์ ($\mu \neq 0$) ของกระบวนการ AR(5)

ตารางที่ 5 เวลาที่ใช้ในการดำเนินการพยากรณ์ด้วยตัวแบบ AR(5) เมื่อใช้วิธีกำลังสองน้อยสุดวิธีของ Yule-Walker และวิธีกำลังสองน้อยสุดที่มีการถ่วงน้ำหนัก เพื่อพยากรณ์ไปข้างหน้าทีละหนึ่งช่วงเวลา แต่พยากรณ์ติดต่อกันเป็นเวลานาน

ตัวแบบ AR(5) วิธีทำ	จำนวนครั้งที่ พยากรณ์	เวลาที่ใช้ในการดำเนินการ(วินาที)			
		$\mu = 0$	$\mu \neq 0$	ค่าเฉลี่ยข้อมูล $\hat{\mu} = \bar{x}$	ϕ_0
วิธีกำลังสอง น้อยสุดรวม กับวิธีเมตริกซ์ ผกผัน	1,000	1.032	1.272	33.048	0.791
	5,000	1.322	2.333	181.341	1.061
	10,000	1.572	4.547	414.727	1.232
	15,000	1.802	8.052	699.516	1.463
	20,000	1.952	11.637	1,033.900	1.702
25,000	2.193	16.203	1,417.500	1.913	
วิธีของ Yule-Walker ร่วมกับวิธี recursion ของ Durbin-Levinson	1,000	0.180	0.831	6.529	-
	5,000	0.901	3.235	35.271	-
	10,000	2.594	4.777	80.576	-
	15,000	5.668	15.191	135.886	-
	20,000	8.522	22.493	200.118	-
25,000	12.088	31.636	277.088	-	
วิธีของ Yule-Walker ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ ผกผัน	1,000	0.661	1.222	7.951	-
	5,000	2.053	4.367	42.542	-
	10,000	4.817	10.265	96.970	-
	15,000	8.703	17.074	163.335	-
	20,000	12.649	24.835	241.357	-
25,000	17.345	34.770	332.969	-	
วิธีกำลังสอง น้อยสุดที่มีการ ถ่วงน้ำหนักร่วมกับวิธี ปรับเรียบโดยตรง	1,000	1.052	1.703	-	1.112
	5,000	2.194	2.944	-	2.093
	10,000	4.336	6.038	-	4.366
	15,000	5.378	11.618	-	8.002
	20,000	11.356	17.815	-	11.447
25,000	15.442	23.724	-	15.592	

ในการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการดำเนินการของวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์แบบต่างๆ เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการมีเงื่อนไขอันเดียวกัน ได้ทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความไม่เท่ากันของค่าเฉลี่ยข้อมูลเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ ดังตัวอย่างผลในข้อ 2.3 กรณีพยากรณ์ข้อมูลเดี่ยวที่ทำติดต่อกัน 25,000 ครั้ง โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ กำหนดให้

วิธีการประมาณค่าแบบ YW-DL-Y เป็นทริตเมนต์ที่ 1

วิธีการประมาณค่าแบบ LS-IN-Y เป็นทริตเมนต์ที่ 2

วิธีการประมาณค่าแบบ LS-QR-Y เป็นทริตเมนต์ที่ 3

การทดสอบสมมติฐานของข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับความเท่ากันของค่าความแปรปรวน โดยใช้ค่าสถิติ Levene ได้ค่าดังในตารางผนวกที่ ข5 ซึ่งพบว่าค่าความแปรปรวนมีค่าเท่ากัน จึงทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวโดยใช้คอนทราสต์ (contrasts) เพื่อตรวจสอบความเท่ากันของเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดำเนินการ ได้ผลดังในตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ของคอนทราสต์ในการตรวจสอบความเท่ากันของค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการดำเนินการ

Contrast	factor		
	1	2	3
C1	2	-1	-1
C2	0	1	-1

เขียนสมมติฐานหลักได้ดังนี้

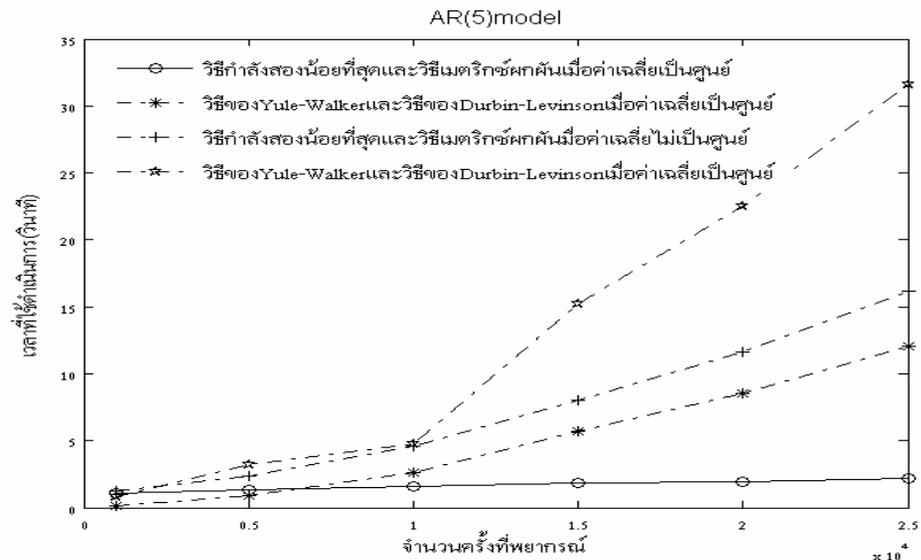
$$H_0 : C1 = 2\mu_1 - \mu_2 - \mu_3 = 0 \quad \text{กับ} \quad H_1 : C1 = 2\mu_1 - \mu_2 - \mu_3 \neq 0$$

$$H_0 : C2 = \mu_2 - \mu_3 = 0 \quad \text{กับ} \quad H_1 : C2 = \mu_2 - \mu_3 \neq 0$$

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวโดยใช้คอนทราสต์

	Contrast	Value of Contrast	Std. Error	t	df	Sig. (2-tailed)
time2.3a Assume equal variances	C1	19.71900	.089383	220.612	6	.000
	C2	-.01700	.051605	-.329	6	.753
Does not assume equal variances	C1	19.71900	.114564	172.122	2.318	.000
	C2	-.01700	.030842	-.551	3.918	.611

จากตารางที่ 7 พบว่าวิธีการประมาณค่าแบบ YW-DL-Y (ทริตเมนต์ที่ 1) แตกต่างจากวิธีการประมาณค่าแบบ LS-IN-Y (ทริตเมนต์ที่ 2) และวิธีการประมาณค่าแบบ LS-QR-Y (ทริตเมนต์ที่ 3) แต่วิธีการประมาณค่าแบบ LS-IN-Y (ทริตเมนต์ที่ 2) ไม่แตกต่างวิธีการประมาณค่าแบบ LS-QR-Y (ทริตเมนต์ที่ 3) ซึ่งผลการทดสอบนี้สนับสนุนข้อความในข้อ 2.3

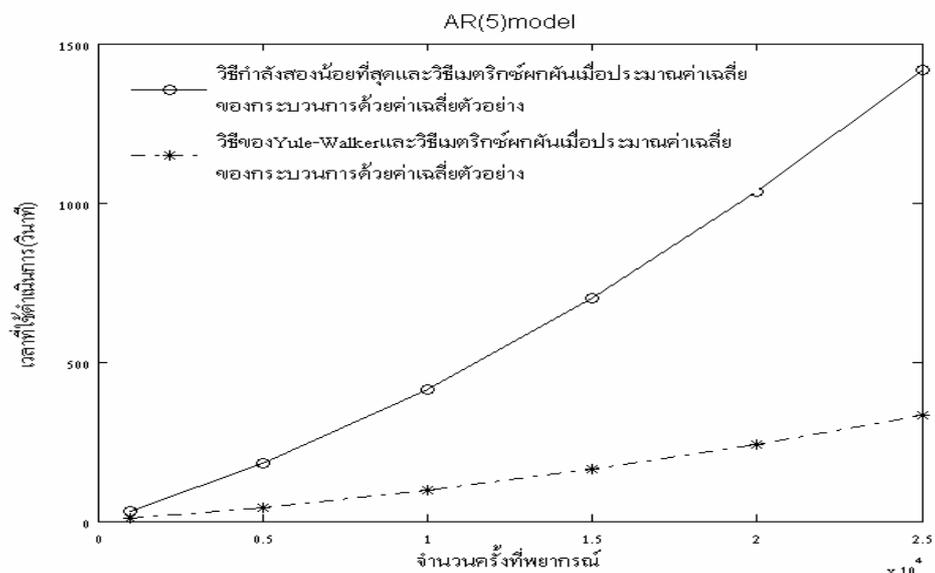


ภาพที่ 13 เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน และ วิธี Yule-Walker ร่วมกับวิธี recursion ของ Durbin-Levinson เมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการเป็นศูนย์ ($\mu = 0$) และเมื่อค่าเฉลี่ยของกระบวนการไม่เป็นศูนย์ ($\mu \neq 0$) ในกระบวนการ AR(5)

แต่ถ้าไม่ทราบค่าเฉลี่ยของกระบวนการแล้วประมาณค่าเฉลี่ยของกระบวนการด้วย ค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\hat{\mu} = \bar{x}$) แล้วการประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีของ Yule-Walker ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ ใช้เวลาในการดำเนินการน้อยกว่า วิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ ดังแสดงในภาพที่ 14 และตารางที่ 5 เมื่อใช้ค่าข้อมูลจริงในตารางที่ 13 กับตารางผนวกที่ ก57 เนื่องจากผลการปรับเลื่อนค่าผลรวมของค่าผลต่างของสังเกตกับค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (เช่น $\sum_{t=p+1}^T y_{t-1}y_{t-2}$) โดยวิธี rank one update ในระบบสมการ $A\hat{x} = b$ ของวิธีกำลังสองน้อยที่สุดร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ นั้นใช้เวลามากกว่าการปรับเลื่อนค่าประมาณของสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (sample partial autocorrelation: r_{kk}) ใน

วิธีของ Yule-Walker ร่วมกับวิธีวิธีเมตริกซ์ผกผัน หรือ วิธี คิว อาร์ ซึ่งเป็นผลเนื่องจากการเปลี่ยนค่า \bar{x} ในทุกรอบที่มีค่าสังเกตค่าใหม่เข้ามา

2.4 เวลาที่ใช้ในการดำเนินการของการพยากรณ์ด้วยการประมาณค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธีกำลังสองน้อยสุดแบบมีการถ่วงน้ำหนักแบบมีส่วนลด จะมากกว่า วิธีกำลังสองน้อยสุดในทุกลำดับ (order) แต่ถ้าเปรียบเทียบวิธีกำลังสองน้อยสุดแบบมีการถ่วงน้ำหนักแบบมีส่วนลด กับวิธี



ภาพที่ 14 เวลาที่ใช้ในการดำเนินงานของวิธีกำลังสองน้อยสุดร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน และวิธี Yule-Walker ร่วมกับวิธีเมตริกซ์ผกผัน เมื่อประมาณค่าเฉลี่ยของกระบวนการด้วยค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ($\hat{\mu} = \bar{x}$) ในกระบวนการ AR(5)

Yule-Walker เมื่อ $\mu = 0$ และเมื่อ $\mu \neq 0$ ขณะที่กระบวนการมีลำดับน้อยๆ วิธีกำลังสองน้อยสุดแบบมีการถ่วงน้ำหนักแบบมีส่วนลดจะใช้เวลามากกว่า แต่เมื่อกระบวนการมีลำดับเพิ่มขึ้น การใช้วิธีกำลังสองน้อยสุดแบบมีการถ่วงน้ำหนักแบบมีส่วนลดจะใช้เวลาดำเนินการน้อยกว่า วิธี Yule-Walker

2.5 เมื่อไม่ทราบค่าเฉลี่ยของกระบวนการวิธีประมาณค่าพารามิเตอร์ของวิธีกำลังสองน้อยสุดเมื่อใช้สมการ $\hat{x}_t = \hat{\phi}_0 + \hat{\phi}_1 x_{t-1} + \hat{\phi}_2 x_{t-2} + \dots + \hat{\phi}_p x_{t-p}$ (วิธี $\hat{\phi}_0$) ดีกว่าใช้สมการ $\hat{y}_t = \hat{\phi}_1 y_{t-1} + \hat{\phi}_2 y_{t-2} + \dots + \hat{\phi}_p y_{t-p}$ ที่ประมาณค่าเฉลี่ยกระบวนการเป็น $\hat{\mu} = \bar{x}$ เพราะใช้เวลาใน